

(11)特許出願公表番号

特表2001-522077

(P2001-522077A)

(43)公表日 平成13年11月13日(2001.11.13)

(51) Int. Cl.	識別記号	F I	テ-マ-コト (参考)
G 0 5 B 17/02		G 0 5 B 17/02	5 B 0 4 6
19/042		19/042	5 H 0 0 4
19/418		19/418	5 H 2 2 0
G 0 6 F 17/50	6 0 6	G 0 6 F 17/50	6 0 6 D

審查請求 未請求 予備審查請求 有 (全 62 頁)

(21) 出願番号	特願2000-519336(P2000-519336)
(86) (22) 出願日	平成10年10月21日(1998. 10. 21)
(85) 翻訳文提出日	平成12年5月2日(2000. 5. 2)
(86) 国際出願番号	PCT/US98/22311
(87) 国際公開番号	WO99/23541
(87) 国際公開日	平成11年5月14日(1999. 5. 14)
(31) 優先権主張番号	08/962, 630
(32) 優先日	平成9年11月3日(1997. 11. 3)
(33) 優先権主張国	米国(US)

(71)出願人 フィッシャー コントロールズ インター
ナショナル, インコーポレイテッド
アメリカ合衆国 63105 ミズーリ クラ
イトン メリーランド アベニュー 8000

(72)発明者 パーンズ, ハリー エー.
アメリカ合衆国 50158 アイオワ マー
シャルタウン ダブリュ. メドウ レー
ン 211

(72)発明者 ラーソン, プレント エイチ.
アメリカ合衆国 50158 アイオワ マー
シャルタウン フリーモント ストリート
1008

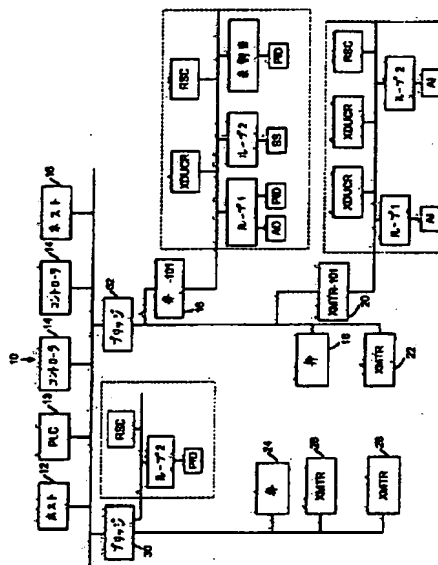
(74)代理人 弁理士 角田 嘉宏

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 分散制御機能を有するプロセス制御ネットワークで用いられる図式ジェネレータ

(57) 【要約】

制御機能がバス上の様々な分散された位置で相互接続されたフィールド装置により実行されるプロセス制御ネットワークで用いられる図式ジェネレータであって、フィールド装置の各々をボーリングして、装置のアイデンティティと、装置と関連する制御機能のアイデンティティと、装置がその装置と関連する制御機能の各々に対して他の装置と通信する方法と、その装置の制御機能の各々の実行に関連するタイミングと、その装置の制御機能の各々と関連する通信活動のタイミングとに関する情報を検索する。図式ジェネレータは、検索されたデータを解析して、装置が物理的にバス上で接続される方法と、異なる制御機能がバスによって相互接続されてプロセス制御ネットワーク内でプロセス制御ループを実行する方法とを識別する。その後、図式ジェネレータは、プロセス制御ネットワークにおいてフィールド装置の物理的レイアウトを示す保守概略図、制御ループを形成するひとつ以上の装置内の機能間の相互接続を示す制御ループ概略図、およびバス上で生じている通信のタイミングおよび量を示すタイミング概略図のようなひとつ以上の



【特許請求の範囲】

【請求項1】 バスによって通信を行う複数の装置を有するプロセス制御ネットワークで用いられる図式ジェネレータであって、前記装置の各々は、プロセス制御機能を実行することができるとともに、前記装置が前記プロセス制御ネットワーク内で動作するように構成された方法に関する連係データを記憶するものであり、

バスによって前記装置の各々に問い合わせる前記装置の各々に記憶された連係データを検索する装置問い合わせ器と、

検索された連係データを解析して現在のプロセス制御構成情報を決定するデータ解析器と、

現在のプロセス制御構成情報を用いて前記プロセス制御ネットワークの現在のプロセス制御構成を示す図形概略図を作成するジェネレータとを含む図式ジェネレータ。

【請求項2】 前記装置のうちのすくなくともひとつの装置内に記憶された連係データは装置物理接続データを含み、前記データ解析器は、前記装置と前記バスとの間の物理的相互接続を識別し、前記図形概略図は、前記装置と前記バスとの間の物理的相互接続を示す保守概略図を含む請求項1に記載の図式ジェネレータ。

【請求項3】 前記装置のうちのすくなくともひとつの装置内に記憶された連係データはさらに装置アイデンティティデータを含み、前記ジェネレータは、前記保守概略図上の前記装置のうちのひとつの装置のアイデンティティの指標を表示する手段を含む請求項2に記載の図式ジェネレータ。

【請求項4】 前記装置のうちのすくなくともひとつの装置内に記憶された連係データはさらに、前記装置により実行されることが可能なひとつ以上の機能ブロックを示すプロセス制御機能データを含み、前記データ解析器は前記装置のうちのひとつの装置内の機能ブロックを識別し、前記ジェネレータはさらに、前記保守概略図上の前記装置のうちのひとつの装置と関連するものとして、識別された機能ブロックを示す手段を含む請求項2に記載の図式ジェネレータ。

【請求項5】 前記装置のうちのすくなくともひとつの装置内に記憶された

連係データはさらに、機能ブロックが通信可能にリンクされた方法に関する機能ブロック通信データを含み、前記データ解析器は、識別された機能ブロックと前記プロセス制御ネットワーク内のひとつ以上の他の機能ブロックとの間の通信リンクにより形成される制御ループを決定する手段を含み、前記ジェネレータは、前記保守概略図上の識別された機能ブロックと関連するものとして、決定された制御ループの指標を示す手段を含む請求項4に記載の図式ジェネレータ。

【請求項6】 前記データ解析器は、他の機能ブロックに通信可能にリンクされない未割り当ての機能ブロックを識別する手段を含み、前記ジェネレータは、未割り当ての機能ブロックの指標を示す手段を含む請求項5に記載の図式ジェネレータ。

【請求項7】 前記装置のうちのすくなくともひとつの装置内に記憶された連係データは、前記装置により実行されることが可能な機能ブロックを示すプロセス制御機能データと、前記機能ブロックが通信可能にリンクされる方法に関する機能ブロック通信データとを含み、前記データ解析器は、多数の通信可能にリンクされた機能ブロックを有する制御ループを識別する手段を含み、前記図形概略図は、識別された制御ループの機能ブロックの通信相互接続を示す制御ループ概略図を含む請求項1に記載の図式ジェネレータ。

【請求項8】 前記識別する手段は、前記プロセス制御ネットワーク内の通信可能にリンクされた機能ブロックにより形成された複数の制御ループを決定する手段を含む請求項7に記載の図式ジェネレータ。

【請求項9】 前記データ解析器は、複数の制御ループのうちのいずれかのループ内で通信可能に接続されていない未割り当ての機能ブロックの位置を突き止めるための手段を含み、前記ジェネレータは、未割り当ての機能ブロックの指標を示す手段を含む請求項8に記載の図式ジェネレータ。

【請求項10】 前記装置のうちのすくなくともひとつの装置内に記憶された連係データは装置アイデンティティデータを含み、前記ジェネレータは、識別された制御ループ内の通信可能にリンクされた機能ブロックのうちのひとつが位置する装置のアイデンティティの指標を示す手段を含む請求項7に記載の図式ジェネレータ。

【請求項11】 前記データ解析器は、識別された制御ループにおける接続性コンフリクトを発見する手段を含み、前記ジェネレータは、前記制御ループ概略図上で接続性コンフリクトを示すための手段を含む請求項7に記載の図式ジェネレータ。

【請求項12】 前記装置のうちのすくなくともひとつの装置内に記憶された関係データは、前記装置と関連する警報データ、事象データ、および傾向データのうちのひとつの宛先に関する通信宛先データを含み、前記ジェネレータは、前記装置のうちのひとつと関連する警報データ、事象データ、および傾向データのうちのひとつの宛先のリストを表示する手段を含む請求項1に記載の図式ジェネレータ。

【請求項13】 前記装置のうちのすくなくともひとつの装置内に記憶された関係データは、前記装置により実行されることが可能な機能ブロックを示すプロセス制御機能データと、前記機能ブロックのためのスケジュールされたバス通信時間を示す通信タイミングデータと、前記機能ブロックと関連する実行時間を指定する機能ブロック実行時間データとを含み、前記データ解析器は、多数の機能ブロックの各々の実行と関連する時間期間と、多数の機能ブロックの各々のためのスケジュールされたバス通信と関連する時間期間とを決定する手段を含み、前記図形概略図は、多数の機能ブロックの各々と関連する実行期間とスケジュールされたバス通信期間とを示すタイミング概略図を含む請求項1に記載の図式ジェネレータ。

【請求項14】 前記データ解析器は、実行期間とスケジュールされたバス通信機能とに関連するタイミングコンフリクトを識別する手段を含み、前記図式ジェネレータは、前記タイミング概略図上で決定されたタイミングコンフリクトを示す手段を含む請求項13に記載の図式ジェネレータ。

【請求項15】 前記装置のうちのすくなくともひとつの装置内に記憶された関係データは、バス上の通信と関連する通信タイミングデータを含み、前記データ解析器は、前記通信タイミングデータから前記バスのセグメントと関連する帯域幅指標を計算する手段を含み、前記図形概略図は、帯域幅指標と関連するバスセグメントと関連して帯域幅指標を示す通信概略図を含む請求項1に記載の図

式ジェネレータ。

【請求項16】 選択された装置をポーリングして統計的装置通信データを検索する手段をさらに含み、前記ジェネレータは、前記通信概略図上の検索された統計的装置通信データを表示する手段を含む請求項15に記載の図式ジェネレータ。

【請求項17】 前記ジェネレータは、前記プロセス制御ネットワークの共通の要素のための異なる種類のプロセス制御構成を示す多数の図形概略図を表示する手段と、共通の要素の指標に基づいて、ユーザが多数の概略図間で切り換えを行うことを可能化する手段とを含む項1に記載の図式ジェネレータ

【請求項18】 バスと、前記バスに接続されてプロセス制御機能を実行することが可能な複数の装置と、前記装置が前記プロセス制御ネットワーク内で動作するように構成される方法に関する関係データを記憶する装置関係データベースとを有するプロセス制御ネットワークで用いられるコンピュータプログラムプロダクトであって、

前記関係データベースに問い合わせる前記装置の各々に関する関係データを検索する第1のルーチンと、

検索された関係データを解析して現在のプロセス制御構成情報を決定する第2のルーチンと、

現在のプロセス制御構成情報を用いて前記プロセス制御ネットワークのための現在のプロセス制御構成を示す図形概略図を作成する第3のルーチンとを含む、コンピュータ読み取り可能なコードを有するコンピュータ使用可能な媒体を含むコンピュータプログラムプロダクト。

【請求項19】 前記装置の各々は前記関係データベースの一部分を構成する装置データベースを含み、前記関係データベースを構成する前記装置データベースに順次問い合わせる前記関係データを取得するように制御する第4のルーチンをさらに含む請求項18に記載のコンピュータプログラムプロダクト。

【請求項20】 前記関係データは、装置アイデンティティデータと、前記装置により実行されることが可能なひとつ以上の機能ブロックを示すプロセス制御機能データとを含み、前記図形概略図は、前記装置間の物理的相互接続を示す

とともに前記装置のひとつ以上と関連する機能ブロックを示す保守概略図を含む請求項 18 に記載のコンピュータプログラムプロダクト。

【請求項 21】 前記関係データはさらに、各装置の機能ブロックが前記プロセス制御ネットワーク内で他の機能ブロックに通信可能にリンクされる方法に関する機能ブロック通信データを含み、前記第 2 のルーチンは、前記プロセス制御ネットワークにおいて前記機能ブロックにより形成される一組のプロセス制御ループを識別し、前記第 3 のルーチンは、示された機能ブロックのひとつが関連するプロセス制御ループの指標を表示する請求項 20 に記載のコンピュータプログラムプロダクト。

【請求項 22】 前記関係データは、前記装置により実行されることが可能なひとつ以上の機能ブロックを示すプロセス制御機能データと、各装置の機能ブロックが前記プロセス制御ネットワーク内で他の機能ブロックに通信可能にリンクされる方法に関する機能ブロック通信データとを含み、前記第 2 のルーチンは、前記プロセス制御ネットワーク内で機能ブロックにより形成される一組のプロセス制御ループを識別し、前記図形概略図は、識別されたプロセス制御ループのひとつを示す制御ループ概略図を含む請求項 18 に記載のコンピュータプログラムプロダクト。

【請求項 23】 前記関係データは、前記装置により実行されることが可能なひとつ以上の機能ブロックを示すプロセス制御機能データと、機能ブロック実行タイミングデータと、機能ブロックバス通信スケジューリングデータとを含み、前記第 2 ルーチンは、多数の機能ブロックの各々の実行と関連する時間期間と、多数の機能ブロックの各々のためのスケジュールされたバス通信と関連する時間期間とを決定し、前記図形概略図は、多数の機能ブロックの各々と関連する実行期間およびスケジュールされたバス通信期間を示すタイミング概略図を含む請求項 18 に記載のコンピュータプログラムプロダクト。

【請求項 24】 前記関係データは、前記装置により実行されることが可能なひとつ以上の機能ブロックを示すプロセス制御機能データと、前記機能ブロックが前記バス上で通信を行う時間に関する機能ブロック通信タイミングデータとを含み、前記第 2 のルーチンは、前記バスのセグメント上で生じている通信と関

連する帯域幅計算値を決定する決定し、前記図形概略図は、前記バスセグメントと前記バスセグメントと関連する帯域幅計算値とを示す通信概略図を含む請求項18に記載のコンピュータプログラムプロダクト。

【請求項25】 バスによって通信を行う複数の装置を有するプロセス制御ネットワークで概略図を生成する方法であって、前記装置の各々は、プロセス制御機能を実行することができるとともに、前記装置が前記プロセス制御ネットワーク内で動作するように構成された方法に関する関係データを記憶するものであり、

バスによって前記装置の各々に問い合わせる前記装置の各々に記憶された関係データを検索するステップと、

検索された関係データを解析して現在のプロセス制御構成情報を決定するステップと、

決定された現在のプロセス制御構成情報を用いて前記プロセス制御ネットワークのプロセス制御構成を示す図形概略図を作成するステップとを含む方法。

【請求項26】 前記装置のうちのすくなくともひとつの装置内に記憶された関係データは、装置アイデンティティデータと、前記装置により実行されることが可能なひとつ以上の機能ブロックを示すプロセス制御機能データとを含み、前記作成するステップは、前記装置と前記バスとの間の物理的接続を示すとともに、ひとつ以上の示された装置と関連する機能ブロックを示す保守概略図を生成するステップを含む請求項25に記載の方法。

【請求項27】 前記装置のうちのすくなくともひとつの装置内に記憶された関係データはさらに、機能ブロックが前記プロセス制御ネットワーク内で通信可能にリンクされる方法に関する機能ブロック通信データを含み、前記解析するステップは、通信可能にリンクされた機能ブロックにより形成された一組のプロセス制御ループを識別するステップを含み、前記作成するステップは、保守概略図上の、表示された機能ブロックのひとつが関連するプロセス制御ループの指標を表示するステップを含む請求項25に記載の方法。

【請求項28】 前記装置のうちのすくなくともひとつの装置内に記憶された関係データは、前記装置により実行されることが可能なひとつ以上の機能プロ

ックを示すプロセス制御機能データと、機能ブロックが通信可能にリンクされる方法に関する機能ブロック通信データとを含み、前記解析するステップは、通信可能にリンクされた機能ブロックにより形成される一組のプロセス制御ループを識別するステップを含み、前記作成するステップは、識別されたプロセス制御ループのうちのひとつを示す制御ループ概略図を生成するステップを含む請求項25に記載の方法。

【請求項29】 前記装置のうちのすくなくともひとつの装置内に記憶された関係データは、前記装置により実行されることが可能なひとつ以上の機能ブロックを示すプロセス制御機能データと、機能ブロック実行タイミングデータと、機能ブロックバス通信スケジューリングデータとを含み、前記解析するステップは、多数の機能ブロックの実行と関連する時間期間と、多数の機能ブロックの各々のためのスケジュールされたバス通信と関連する時間期間とを決定するステップを含み、前記作成するステップは、多数の機能ブロックの各々と関連する機能ブロック実行期間とスケジュールされたバス通信期間とを示すタイミング概略図を生成するステップを含む請求項25に記載の方法。

【請求項30】 前記装置のうちのすくなくともひとつの装置内に記憶された関係データは、前記装置により実行されることが可能なひとつ以上の機能ブロックを示すプロセス制御機能データと、前記機能ブロックが前記バス上で通信を行う時間に関する機能ブロックバス通信タイミングデータとを含み、前記解析するステップは、前記バスのセグメント上で生じる通信と関連する帯域幅計算値を生成するステップを含み、前記作成するステップは、バスセグメントとバスセグメントとに関連する帯域幅計算値とを示す概略図を生成するステップを含む請求項25に記載の方法。

【発明の詳細な説明】**【0001】****【発明の属する技術分野】**

本発明は一般にプロセス制御ネットワークに関し、より特定的には、分散制御機能を有するプロセス制御ネットワークのためにフィールド装置レイアウト概略図、プロセス機能制御ループ概略図、および／またはひとつ以上の通信概略図もしくはタイミング概略図を自動的に生成する図式ジェネレータに関する。

【0002】**【従来技術及び発明が解決しようとする課題】**

化学プロセス、石油プロセス、ならびに他の製造プロセスおよび精製プロセスのような大規模プロセスは、様々な位置に配置されプロセスのパラメータを測定するとともに制御して、それによりプロセスの制御を実行する多数のフィールド装置を含む。これらのフィールド装置は、例えば、弁およびスイッチのような制御要素だけでなく、温度センサ、圧力センサ、および流量センサであってよい。昔から、プロセス制御産業は、手動でレベルゲージおよび圧力ゲージを読取ったり、弁のハンドルを回転させたりするなどのような手動操作を用いて、プロセス内で測定装置および制御フィールド装置を動作させていた。20世紀になり、プロセス制御産業は局所空圧制御を用い始めたが、この場合、局所空圧コントローラ、送信器、および弁ポジションナがプロセスプラント内で様々な位置に配置され、プラント内の位置の制御を実行していた。1970年代のマイクロプロセッサベースの分散制御システム(DCS)の出現で、分散電子プロセス制御がプロセス制御産業において流行した。

【0003】

公知であるように、DCSは、プロセス中に位置した電子センサ、送信器、電流対圧力トランスデューサ、弁ポジションナのような多数の電子監視および制御装置に接続されたプログラマブル論理コントローラのような、アナログまたはデジタルコンピュータを含む。DCSコンピュータは、集中型、そしてしばしば複雑な制御方式を記憶し、実行して、プロセス内で装置の測定値を測定することおよびその制御を行ない、それにより全体の制御方式に従ってプロセスパラメータ

を制御する。しかしながら、通常は、DCSにより実行される制御方式は、DCSコントローラ製造業者に所有権があるので、DCSを拡張、更新、再プログラム、および使用するのに困難かつ高価なものにしている。なぜならば、これらの活動を実行する際にDCSプロバイダが関わることは不可欠であるからだ。さらに、特定のDCSにより用いられるかまたはこのDCS内で接続される機器は、DCSコントローラの所有権の性質と、DCSコントローラプロバイダが、ある装置または他の小売業者により製造される装置の機能を支援してはいけないという事実とによって制限されるかもしれない。

【0004】

所有権を主張できるDCSの使用に固有の問題の幾つかを克服するために、プロセス制御産業は、例えば、HART（登録商標）、PROVIBUS（登録商標）、WORLDFIP（登録商標）、Device-Net（登録商標）、およびCANプロトコルを含む、多くの標準的な、開放的通信プロトコルを発展させて来たが、これにより、異なる製造業者により製造されたフィールド装置を同じプロセス制御内で一緒に用いることが可能となる。事実、フィールド装置がDCSコントローラの製造業者とは異なる製造業者により製造されているとしても、これらのプロトコルのひとつに従うフィールド装置であれば、DCSコントローラと通信するとともにDCSコントローラにより制御されるようにプロセス内で用いることができる。

【0005】

さらに、現在、プロセス制御を非集中化（分散）するために、そしてそれによりDCSコントローラを単純化するかまたはDCSコントローラをほとんど必要としなくなるように、プロセス制御産業内で動きがある。非集中制御は、弁ポジションナ、送信器などのようなフィールド装着プロセス制御装置にひとつ以上の制御機能を実行させること、および他の制御機能を実行する際に他のプロセス制御装置により用いられるバス構造によってデータ通信を行うことにより得られる。これらの制御機能を実行するには、各プロセス制御装置は、標準のかつ開放的な通信プロトコルを用いて、制御機能を実行する能力（ケイパビリティ）と他のプロセス制御装置と通信する能力とを有するマイクロプロセッサを含む。このよう

にして、様々な製造業者により製造されたフィールド装置はプロセス制御ネットワーク内で相互接続され、互いと通信し、DCSコントローラの介入なしに、制御ループを形成するひとつ以上の機能を実行する。FOUNDATION（登録商標）Fieldbus（以下“フィールドバス”）プロトコルとして知られているフィールドバスファウンデーション（Fieldbus Foundation）により現在広められている全デジタル、2線式バスプロトコルは、様々な製造業者により製造された装置が標準的なバスによって相互動作するとともに互いと通信し、それによりプロセス内で非集中制御を行なうことが可能なひとつの開放的な通信プロトコルである。

【0006】

上で述べたように、プロセス制御機能の非集中によって、所有権を主張するDCSコントローラを単純化し、場合によってはこのDCSコントローラが必要でなくなり、これにより、プロセスオペレータまたはプロセスエンジニアが、DCSコントローラにより実行される制御方式を変更するか更新するためにDCSコントローラの製造業者に頼る必要がなくなる。事実、標準的な通信バスにより相互接続されたフィールド装置内の基本的なプロセス制御機能を位置付ければ、フィールド装置が互いに通信する方法を再構成することにより、プロセスは再構成され、更新され、拡大され、またはそうでなければ変更される。このような通信再構成は比較的単純である。なぜなら制御機能を実行する装置全てが開放的通信規格に従うからである。その結果、このような制御方式を再構成することは、特定の製造業者の所有権を主張する情報を含むことも用いることもなく、所有権を主張するやり方で装置を再プログラミングする必要もない。さらに、分散制御は、プロセス環境内で必要とされる配線の数または長さを減らす。なぜならプロセス制御装置の各々はDCSコントローラまたは他のコントローラに直接接続される必要はないからである。その代わりに、装置全ては、バスタイプアーキテクチャを用いて一緒に接続可能である。また、分散制御により、プロセスの制御速度全体を速める。なぜなら、各通信信号が進まなければならない距離は短く、DCSコントローラで典型的には生じるデータ流量ボトルネック（bottleneck）が低減されるからである。

分散制御によりプロセス制御ネットワークをより簡単に再構成できるが、プロセ

ス制御ネットワークに対し行われた変更を正確にドキュメンテーション（文書化）を行う手続きを決定的に重要なものに行っている。なぜならプロセス制御ネットワークの構成の変更はプロセスの動作の間に様々な時間で生じる傾向があるからである。残念なことに、そして、DCS制御方式（DCSプロバイダにより作成されるかまたはプロバイダからの入力に関連して変更されるのでこれらの方式は通常は良好にドキュメンテーションが行われている）に反して、例えば、フィールドバスプロトコルに基づいて分散制御方式を用いてプロセス制御ネットワークにより実行されている現在の制御方式は、あまり良好にドキュメンテーションが行われているとは言えない。なぜなら、この制御方式は、制御の専門化がほとんど関わらずにまたは全く関わらずに、プロセスの動作の間のいつでも、何人かのプロセスエンジニアによって変更され得るからである。このように、もし、プロセスオペレータまたはエンジニアが初期のセットアップ、各変更、更新、または分散プロセス制御ネットワークに行われた再構成に関して詳細でかつ正確なドキュメンテーションを維持しなければ、プロセス制御ネットワークの実際の動作構成は喪失されてしまうかもしれず、この情報を回復する単純な方法はない。ひとり以上の人々がプロセスに変更を加えたり、またはプロセスに対し責任を有する（そしてプロセス構成の現状について知識がある）プロセス制御エンジニアが退職したりもしくは職を離れたりするときに不正確なドキュメンテーションまたは喪失されたドキュメンテーションのリスクは増大する。また、場合によっては、不完全なまたは不正確なプロセス制御構成のドキュメンテーションは、プロセス制御ネットワークをオンラインにする際に急いでいたり、プロセス構成のドキュメンテーションに対し責任のある人が未熟なので最初の段階で用意されてしまうおそれがある。

【0007】

【課題を解決するための手段】

本発明は、分散のまたは非集中化プロセス制御機能を有するプロセス制御ネットワークの現在の構成を示すひとつ以上の概略図を自動的に生成する図式ジェネレータに向けられている。本発明の図式ジェネレータは、例えば、プロセス制御ネットワーク内のフィールド装置および他の装置の物理的レイアウトと、プロセ

ス制御ネットワーク内のいずれかの場所で通信の流れのタイミングおよび量、および／またはプロセス制御ネットワーク内のひとつ以上の制御ループを形成するプロセス制御装置の論理的なまたは機能的なグループ化とを示す概略図を生成する。本発明の図式ジェネレータを用いると、プロセスエンジニアは、プロセス制御ネットワークの現在の動作構成を決定するのに必要な情報全てを自動的にかつ比較的瞬間的に回復することができる。プロセスがいかに複雑で、プロセスの構成のドキュメンテーションが現在いかに不十分であろうとも回復できる。事実、プロセスエンジニアは、このような変更をドキュメンテーションすることなくプロセス構成に対し変更を加えてよい。なぜなら、プロセスの実際のまたは現在の構成は、本発明の図式ジェネレータを用いて自動的に回復可能であるからだ。同様に、プロセスエンジニアは本発明の図式ジェネレータを用いて、標準化された図形フォーマットでプロセス制御ネットワーク構成のドキュメンテーションを得てもよく、これにより、プロセスエンジニアはプロセス制御構成に対しさらなる変更を加えたり、プロセス制御構成内の問題を診断することができる。

【0008】

本発明の態様によれば、図式ジェネレータは、プロセス制御ネットワーク内の多くの相互接続された措置の各々に問い合わせた装置の各々に記憶されている連係（リンケージ）データを検索するように動作するハードウェア、ソフトウェア、またはファームウェアを含む。検索された連係データは、装置の各々がバスに接続され、プロセス制御ネットワーク内で動作するように構成される方法に関するデータであってよく、例えば、物理的装置接続データ、装置アイデンティティデータ、装置の各々により行われているひとつ以上の機能ブロックを示すプロセス制御機能データ、装置の機能ブロックが通信可能にリンクされる方法に関する機能ブロック通信データ、機能ブロック実行タイミングデータ、および機能ブロックバス通信スケジューリング（scheduling）データを含む。図式ジェネレータは、検索された連係データを解析して、バス上の装置、ひとつ以上の装置と関連する機能ブロック、プロセス制御ネットワーク内の機能ブロックにより形成されるひとつ以上のプロセス制御ループ間の物理的な接続、機能ブロックが実行されるバス上で通信を行うようスケジュールされる時間期間、およびバスのひとつ以上

のセグメントと関連する通信帯域幅計算値のような現在のプロセス制御情報を決定する。さらに、図式ジェネレータは、プロセス制御ネットワークのプロセス制御構成を示す図形の概略図を作成するジェネレータを含む。生成された概略図は、例えば、プロセス制御ネットワーク内のフィールド装置およびプロセス制御ネットワーク内のひとつ以上の装置と関連する機能ブロックの物理的レイアウトおよびアイデンティティを示す保守概略図、制御ループを形成するひとつ以上の装置内の機能ブロック間の相互接続を示す制御ループ概略図、スケジュールされた機能ブロック実行およびバス上の機能ブロック通信と関連する時間期間を示すタイミング概略図、および／またはバスのひとつ以上のセグメントと関連する帯域幅計算値を示す通信概略図であってよい。

【0009】

【発明の実施の形態】

本発明の図式ジェネレータは、一組のフィールドバス装置を用いて非集中的にまたは分散的にプロセス制御機能を実行するプロセス制御ネットワークと関連して詳細に説明されるが、本発明の図式ジェネレータは、他の種類のフィールド装置と、2線式バス以外に依存するプロトコルとアナログおよびデジタル通信を支援するプロトコルとを含む通信プロトコルとを用いて分散制御機能を実行するプロセス制御ネットワークと共に用いることができる。このように、例えば、本発明の図式ジェネレータは、プロセス制御ネットワークがHART、PROFIBUSなどの通信プロトコルまたは、既存であるか将来において開発される他の通信プロトコルを用いる場合でも、分散制御機能を実行するプロセス制御ネットワークにおいて用いることができる。

【0010】

本発明の図式ジェネレータを詳しく説明する前に、フィールドバスプロトコルと、このプロトコルに従って構成されるフィールド装置と、フィールドプロトコルを用いるプロセス制御ネットワークで通信が行われる方法とを説明する。しかしながら、フィールドバスプロトコルはプロセス制御ネットワークで用いられるために開発された比較的新しい全デジタル通信プロトコルであるが、このプロトコルは当該技術では公知であり、とりわけ、テキサス州、オースチンに本社の

ある営利団体ではないフィールドバスファウンデーション (Fieldbus Foundation) により出版され、流通され、そこから入手できる多くの記事、パンフレットおよび仕様書に詳細に記載されているということを理解されたい。特に、フィールドバスプロトコルと、フィールドバスプロトコルを用いて装置と通信するとともに装置内にデータを記憶する方法とは、「フィールドバスファウンデーションからの通信技術仕様およびユーザ層技術仕様 “Communications Technical Specification and User Layer Technical Specification from the Fieldbus Foundation”」と題されたマニュアルに説明されており、これをここに引用により援用する。

【0011】

一般的に言って、フィールドバスプロトコルは、例えば、2線式ループか、または、ファクトリまたはプラントの器械またはプロセス制御環境において位置しているセンサ、アクチュエータ、コントローラ、弁などのようなバス相互接続「フィールド」機器に標準化された物理インターフェースを与える、全デジタル、シリアル、双方向通信プロトコルである。フィールドバスプロトコルは、事実上、プロセス内でフィールド計器（フィールド装置）のためにローカルエリアネットワークを与え、これにより、これらのフィールド装置が、プロセス中で分散した位置で制御機能を実行し、これらの制御機能を実行した前後に互いと通信して全体の制御戦略を実行することが可能となる。フィールドバスプロトコルにより、制御機能をプロセス制御ネットワーク中に分散させることが可能となるので、フィールドバスプロトコルは、DCSと典型的には関連する集中型プロセスコントローラの複雑さを低減し、またはこの集中型コントローラを必要としなくなる。

【0012】

図1を参照して、フィールドバスプロトコルを用いるプロセス制御ネットワーク10は、2線式フィールドループまたはバス34によって、プログラム論理コントローラ (PLC) 13と、多数のコントローラ14と、別のホスト装置15と、一組のフィールド装置16、18、20、22、24、26、28、30、32とに接続されたホスト12を含む。バス34は、異なるセクションまたはセ

グメント34a、34b、34cを含み、これらはブリッジ装置30、32により分離されている。セクション34a、34b、34cの各々は、バス34に接続された装置の部分集合分を相互接続し、これにより以下に述べる方法で装置間の通信が可能となる。当然、図1のネットワークはあくまで例示であり、フィールドバスプロトコルを用いてプロセス制御ネットワークが構成される方法は他にも多くある。典型的には、構成装置はホスト12のような装置のひとつ内に位置しており、いつ新たなフィールド装置がバス34に接続されるのか、いつフィールド装置がバス34から外されるのか認識すること、フィールド装置16-32により生成されるデータを受信すること、ひとつ以上のユーザ端末とインターフェースすることだけでなく、装置の各々をセットアップするかまたは構成すること（これらの装置は、それらの各々が通信を行うことができるマイクロプロセッサを含むという点で「かしこい（smart）」装置である）に対し責任を負うが、これは、ホスト12内に位置してもよいし、なんらかの方法でホスト12に接続された他の装置内に位置していてもよい。

【0013】

バス34は、双方向の、純粋にディジタル通信を支援するかまたは許容し、フィールド装置16-32のような装置のいずれかまたは全てに電力信号を与えてよい。代替的には、装置12-32のいずれかまたは全ては、それら自身の電源を有してもよいし、別個の電線（図示せず）によって、外部電源に接続されてもよい。装置12-32は、標準的なバスタイプ接続でバス34に接続されているものとして図1に示されおり、ここでは多数の装置がバスセグメント34a、34b、34cを構成する同じペアの電線に接続されているが、フィールドバスプロトコルにより他の装置／電線接続形態（トポロジー）も可能となるが、これらには、各装置が別個の2線式ペア（典型的な4-20mAアナログDCSシステムに同様の）によってコントローラまたはホストに接続される二地点間接続と、各装置が2線式バスにおいて共通の点（例えば、ジャンクションボックスまたはプロセス制御ネットワーク内のフィールド装置のひとつ内の終端領域であってよい）に接続される木（ツリー）型または「スパー（spur）」接続とが含まれる。

【0014】

データは、フィールドバスプロトコルに従って、同じまたは異なる通信ボーレートか速度で異なるバスセグメント34a、34b、34cによって送られてよい。例えば、フィールドバスプロトコルは、図1のバスセグメント34b、34cにより用いられているものとして示される31.25Kbits/s通信速度(H1)、および1.0Mbits/sおよび/または2.5Mbits/s(H2)通信速度を与え、これは典型的には、高度のプロセス制御、遠隔入力/出力、および高速工場自動化アプリケーションのために用いられ、図1のバスセグメント34aにより用いられるものとして示される。同様に、電圧モード信号方式または電流モード信号方式を用いてフィールドバスプロトコルに従ってバスセグメント34a、34b、34cによって送られてよい。当然、バス34の各セグメントの最大長は厳密には制限されないが、その代わりに、そのセクションの通信速度、ケーブルの種類、電線のサイズ、バス電力オプションなどにより決定される。

【0015】

フィールドバスプロトコルは、バス34に接続され得る装置を、3つの主要なカテゴリ、即ち、基本装置と、リンクマスタ装置と、ブリッジ装置とに分類される。

【0016】

基本装置(図1の装置18、20、24、28のような)は通信を行うことができ、即ち、バス34上でまたはそこから通信信号を送受信するが、バス34で生じる通信の順序またはタイミングを制御することができない。リンクマスタ装置(図1のホスト12だけでなく装置16、22、26のような)は、バス34によって通信を行い、バス34上で通信信号の流れおよびタイミングを制御することができる。ブリッジ装置(図1の装置30、32のような)は、より大きなプロセス制御ネットワークを作成すべくフィールドバスの個々のセグメントまたはその分岐上で通信を行うとともにこれらを相互接続するように構成された装置である。所望であれば、ブリッジ装置は、バス34上の異なるセグメント上で用いられる異なるデータ速度および/または異なるデータ信号フォーマット間で変換を行ってもよく、バス34のセグメント間で行き来する信号を増幅してもよく

、バス34の異なるセグメント間で流れる信号をフィルタ処理するとともにブリッジが結合されているバスセグメントのひとつ上で装置により受信されるべき信号だけを通過させてもよく、および／またはバス34の異なるセグメントをリンクするのに必要な他の活動を行ってもよい。異なる速度で動作するバスセグメントを接続するブリッジ装置は、ブリッジの低速度セグメント側でリンクマスタ能力（ケイパビリティ）を有しなければならない。ホスト12、15、PLC13、およびコントローラ14はどんな種類のフィールドバスであってよいが、典型的にはリンクマスタ装置である。

【0017】

装置12-32の各々は、バス34によって通信を行うことができ、そして、重要なことには、プロセスからまたはバス34上で通信信号によって異なる装置から、装置により獲得されたデータを用いて、ひとつ以上のプロセス制御機能を独立して実行することができる。フィールドバスは従って全体の制御戦略の何らかの部分を実行することができるが、これは、従来は、DCSの集中デジタルコントローラにより行われていた。制御機能を実行するには、各フィールド装置は、装置内のマイクロプロセッサ内で実行されるひとつ以上の標準化された「ブロック」を含む。特に、各フィールド装置は、ひとつの資源ブロックと、ゼロ以上の機能ブロックと、ゼロ以上のトランスデューサブロックとを含む。これらのブロックはブロックオブジェクトと称される。

【0018】

資源ブロックは、例えば、装置の種類と、装置修正指示と、どこで他の装置特定情報が装置のメモリ内で得られるのかを示す指示を含め、フィールド装置の特性の幾つかに関する装置特有データを記憶し、その通信を行う。様々な製造業者はフィールド装置の資源ブロック内に異なる種類のデータを記憶してもよいが、フィールドバスプロトコルに従う各フィールド装置は、データを記憶する資源ブロックを含む。

【0019】

機能ブロックは、フィールド装置と関連する入力機能、出力機能、または制御機能を規定し、実行する。従って、機能ブロックは、入力機能ブロック、出力機

能ブロック、および制御機能ブロックと一般に称される。しかしながら、ハイブリッド機能ブロックのような機能ブロックの他のカテゴリが既存してもよいし、将来において開発されてもよい。各入力機能ブロックまたは出力機能ブロックは、少なくともひとつのプロセス制御入力（プロセス測定装置からのプロセス変数のような）またはプロセス制御出力（起動装置に送られる弁位置のような）を生成し、各制御機能ブロックは、あるアルゴリズム（事実上所有権を有してよい）を用いて、ひとつ以上のプロセス入力および制御入力からひとつ以上のプロセス出力を生成する。標準的な機能ブロックの例は、アナログ入力（A I）、アナログ出力（A O）、バイアス（B）、制御セクタ（C S）、離散入力（D I）、離散出力（D O）、手動ローダ（M L）、比例／微分（P D）、比例／積分／微分（P I D）、比（R A）、および信号セクタ（S S）機能ブロックを含む。しかしながら、他の種類の機能ブロックも存在するし、新たな種類の機能ブロックは、フィールドバス環境において動作するように規定されるかまたは作成される。

【0020】

トランスデューサブロックは、機能ブロックの入力および出力を、センサおよび装置アクチュエータのような局所ハードウェア装置に結合し、これにより、機能ブロックが局所センサの出力を読取り、局所装置に、弁部材を移動させるようなひとつ以上の機能を実行させることが可能となる。トランスデューサブロックは典型的には、例えば、局所装置の種類を特定する情報、局所装置と関連する校正情報などを含め、局所装置により送られた信号を解釈することと、この装置を正しく制御することが必要な情報を含む。単一の信号トランスデューサブロックは典型的には、各入力または出力機能ブロックと関連する。

【0021】

ある装置の各ブロックは異なるモードで異なった方法で動作することができ、各機能ブロックは、予め定められた基準に基づいて警報指標または事象指標を生成することができる。一般的に、ブロックは、例えば、機能ブロックのアルゴリズムが自動的に動作する自動モードと、機能ブロックの入力または出力が手動で制御されるオペレータモードと、ブロックが動作しない不使用（out-of-service

）モードと、ブロックの動作が異なるブロックの出力から影響を受ける（により決定される）カスケードモードと、リモートコンピュータがブロックのモードを決定するひとつ以上のリモートモードとで動作する。

【0022】

重要なことに、各ブロックは、フィールドバスプロトコルにより規定される標準的なメッセージフォーマットを用いて、フィールドバス34によって同じまたは異なるフィールド装置内で他のブロックと通信することができる。その結果、機能ブロック（同じまたは異なる装置内で）を組み合わせて、互いと通信し、ひとつ以上の非集中制御ループを生成してよい。このように、例えば、あるフィールド装置内のPID機能ブロックは、バス34によって接続されて、第2のフィールド装置内のAI機能ブロックの出力を受け取り、第3のフィールド装置内のAO機能ブロックにデータを送り、フィードバックとしてAO機能ブロックの出力を受け取って、DCSコントローラとは別個のかつこれから離れたプロセス制御ループを作成する。このようにして、機能ブロックは制御機能を集中DCS環境外に移動させ、これにより、DCS多機能コントローラが監督機能または調整機能を実行するか、またはこれらのコントローラを全くなくすることが可能となる。さらに、機能ブロックは、プロセスの容易な構成のために、図形の、ブロック志向の構造を与え、様々な提供者（サプライヤ）からのフィールド装置の間で機能の分散を可能とする。なぜならばこれらのブロックは、無矛盾の通信プロトコルを用いているからである。

【0023】

ブロックオブジェクトを含むことと実行することに加えて、各フィールド装置は、リンクオブジェクト、傾向（trend）オブジェクト、警報オブジェクト、およびビュー（view）オブジェクトを含むひとつ以上の他のオブジェクトを含む、リンクオブジェクトは、フィールド装置の内部およびフィールドバス34を介して、ブロック（機能ブロックのような）の入力と出力との間のリンクを規定する。

【0024】

傾向オブジェクトにより、図1のホスト12またはコントローラ14のような

他の装置によりアクセスされるために機能ブロックパラメータを局所的に傾向を取る (trending) ことができる。傾向 (trend) オブジェクトは、例えば機能ブロックパラメータに関する短期履歴データを保持し、このデータを、バス34によって他の装置または機能ブロックに周期的に報告する。警報オブジェクトは、バス34によって警報および事象を報告する。これらの警報または事象は、装置内でまたは装置のブロック内で生じる事象に関してもよい。ビューオブジェクトは、標準的な人間/機械インターフェーシングで用いられるブロックパラメータの予め定められたグループ化であり、時々視聴用に他の装置に送られてよい。

【0025】

さて図2を参照して、図1のフィールド装置16-28のいずれかであってよい3つのフィールドバス装置は、資源ブロック48、機能ブロック50、51、または52、およびトランスデューサブロック53、54を含むものとして示される。第1の装置においては、機能ブロック50（入力機能ブロックであってよい）は、トランスデューサブロック53を介してセンサ55に結合される。センサ55は、例えば、温度センサ、設定点指標センサなどであってよい。第2の装置においては、機能ブロック51（出力機能ブロックであってよい）は、トランスデューサブロック54を介して弁56のような出力装置に結合される。第3の装置においては、機能ブロック52（制御機能ブロックであってよい）は、機能ブロック52の入力パラメータの傾向を取るためのそれと関連する傾向オブジェクト57を有する。

【0026】

リンクオブジェクト58は、関連するブロックの各々のブロックパラメータを規定し、警報オブジェクト59は、関連するブロックの各々に対して警報または事象通知を与える。ビューオブジェクト60は、機能ブロック50、51、52の各々と関連し、それらが関連する機能ブロックのためのデータリストを含むかまたはグループ化する。これらのリストは、一組の異なる規定されたビューの各々に必要な情報を含む。当然、図2の装置は単に例示であり、他の数のおよび種類のブロックオブジェクト、リンクオブジェクト、警報オブジェクト、傾向オブジェクト、およびビューオブジェクトが、フィールド装置で与えられよい。

【0027】

通信および制御活動を実行し、行なうには、フィールドバスプロトコルは、物理層、通信「スタック (stack)」、およびユーザ層として特定される技術の3つのカテゴリを用いる。ユーザ層は、ブロック (機能ブロックのような) の形で与えられた制御機能および構成機能と、特定のプロセス制御装置またはフィールド装置内のオブジェクトとを含む。ユーザ層は典型的には装置製造者により所有権を主張するようなやりかたで設計されるが、フィールドバスプロトコルにより規定される標準的なメッセージフォーマットに従ってメッセージを受信送信することができ、標準的な方法でユーザにより構成可能でなければならない。物理層および通信スタックは、2線式バス34を用いて標準化された方法で様々なフィールド装置の様々なフィールドブロック間で通信を実行する必要がある、周知の開放型システム間相互接続 (OSI) 層通信モデルとしてモデル化されてよい。

【0028】

OSI層1に相当する物理層は、各フィールド装置およびバス34内に埋め込まれ、フィールドバス送信媒体 (2線式バス34) から受信した電磁信号を、フィールド装置の通信スタックにより用いられるメッセージに変換することができる。物理層は、バス34および、フィールド装置の入出力でバス34上に存在する電磁信号と考えられる。

【0029】

通信スタックは、各フィールドバス装置内に存在し、OSI層2に相当するデータリンク層と、フィールドバスアクセスサブレイヤと、OSI層6に相当するフィールドバスメッセージ仕様 (specification) 層とを含む。フィールドバスプロトコルにおいてOSI層3-5の対応する構造はない。しかしながら、フィールドバス装置のアプリケーションは層7を含み、一方、ユーザ層は層8であり、これはOSIプロトコルにおいては規定されていない。通信スタックの各層は、フィールドバスバス34上に送信されるメッセージまたは信号のある部分を符号化または復号化する役割をする。その結果、通信スタックの各層は、プリアンブル、開始区切り (デリミタ)、および終了区切り (デリミタ) を付加するかまたは除き、場合によっては、フィールドバス信号の除かれた (stripped) 部分を

復号化して、信号またはメッセージの残り部分がどこに送られるべきか、または、例えば、受信フィールド装置内にはない機能ブロックのメッセージまたはデータを含むという理由でその信号が破棄されるべきかどうか特定する。

【0030】

データリンク層は、バス34へのメッセージの送信を制御し、リンクアクティブスケジューラ (link active scheduler) と呼ばれる確定的 (決定的) 集中型バススケジューラに従ってバス34にアクセスするが、これを以下に詳細に述べる。データリンク層は、送信媒体上の信号からプリアンプルを取り除き、受信されたプリアンプルを用いて、フィールド装置の内部ブロックを入来するフィールドバス信号と同期させる。同様に、データリンク層は、通信スタック上のメッセージを物理フィールドバス信号に変換し、これらの信号をクロック情報で符号化して、2線式バス34上の送信のための適切なプリアンプルを有する「同期シリアル」信号を生成する。復号化プロセスの間、データリンク層は、開始区切りおよび終了区切りのような、プリアンプル内の特殊コードを認識して特定のフィールドバスメッセージの始まりおよび終わりを特定し、チェックサムを行って、バス34から受信した信号またはメッセージの完全性を確認する。同様に、データリンク層は、通信スタック上のメッセージに開始区切りおよび終了区切りを付加することにより、適切な時間に送信媒体上にこれらの信号を配置することにより、バス34上にフィールドバス信号を送信する。

【0031】

フィールドバスメッセージ指定層によって、標準的な一組のメッセージフォーマットを用いて、ユーザ層 (即ちフィールド装置の機能ブロック、オブジェクトなど) が、バス34によって通信を行い、通信スタックに置かれるべきかつユーザ層に与えられるべきメッセージを組み立てるのに必要な通信サービス、メッセージフォーマット、およびプロトコルふるまい (behavior) を記述するのが可能となる。フィールドバスメッセージ指定層は、ユーザ層のために標準化された通信を供給し、具体的なフィールドバスメッセージ仕様通信サービスは、上で説明されたオブジェクトの各種類ごとに規定される。例えば、フィールドバスメッセージ指定層は、ユーザが装置のオブジェクトディクショナリを読むことができる

ようなオブジェクトディクショナリサービスを含む。オブジェクトディクショナリは、装置のオブジェクト（ブロックオブジェクトのような）を記述するか特定するオブジェクト記述を記憶する。フィールドバスメッセージ指定層は、装置のひとつ以上のオブジェクトと関連する、以下に説明される仮想通信関係（VCR）として知られる、通信関係をユーザが読むとともに変更することができる文脈管理サービスを与える。さらに、フィールドバスメッセージ指定層は、可変アクセスサービス、事象サービス、アップロードおよびダウンロードサービス、プログラム呼び出しサービスを与えるが、これらすべてはフィールドバスプロトコルでは周知であり、従ってここではあまり詳細に述べない。フィールドバスアクセスサブレイヤは、フィールドバスアクセスサブレイヤは、フィールドバスメッセージ指定層をデータリンク層にマップする。

【0032】

これらの層の動作を可能とするには、各フィールド装置は、管理情報ベース（MIB）を含み、これは、VCRと、動的変数と、統計と、リンクアクティブスケジューラタイミングスケジュールと、機能ブロック実行タイミングスケジュールと、装置タグおよびアドレス情報とを記憶するデータベースである。当然、MIB内の情報は、標準的なメッセージまたはコマンドを用いて、どんなときでもアクセスされても、変更されてもよい。さらに、ユーザまたはホストにVFDにおける情報の拡大されたビューを与えるべく、各装置には通常、装置記述が与えられている。装置記述は典型的には、ホストにより用いられるべくトークンを与えられなければならないが、ホストが、装置のVFDにおけるデータの意味を理解するのに必要な情報を記憶する。

【0033】

理解されるように、プロセス制御ネットワーク中に分散された機能ブロックを用いて制御戦略を実行するには、機能ブロックの実行は、特定の制御ループ内の他の機能ブロックの実行に対して正確にスケジュールされなければならない。同様に、様々な機能ブロック間の通信は、各機能ブロックが実行される前に適切なデータがその機能ブロックに与えられるようにバス34上で正確にスケジュールされなければならない。

【0034】

様々なフィールド装置（およびフィールド装置内の様々な機能ブロック）がフィールドバス送信媒体によって通信を行う方法を、図1を参照して今から述べる。通信を行うには、バス34の各セグメント上のリンクマスタ装置（例えば装置12、16、および26）のひとつは、バス34の関連のセグメント上でアクティブに通信をスケジュールし、制御するリンクアクティブスケジューラ（LAS）として動作する。バス34の各セグメントごとのLASは、各装置の各機能ブロックがバス34上で周期的な通信活動を開始するようスケジュールされた時間と、この通信活動が生じる時間の長さを含む通信スケジュール（リンクアクティブスケジュール）を記憶し、更新する。バス34の各セグメント上ではひとつのアクティブLAS装置だけがあってもよいが、他のリンクマスタ装置（セグメント34b上の装置22のような）は、バックアップLASとして機能してもよく、例えば、現行のLASが故障するとアクティブになる。基本装置は、どんな時でもLASになる能力は有していない。

【0035】

一般に、バス34による通信活動は、繰り返しマクロサイクルに分割され、これらの各々は、バス34の特定のセグメント上でアクティブな各機能ブロックごとのひとつの同期通信と、バス34上のセグメント上でアクティブなひとつ以上の機能ブロックまたは装置のひとつ以上の非同期通信とを含む。装置は、バス34上のブリッジおよびLASの調整された動作によって、バス34の異なるセグメントに物理的に接続されたとしても、アクティブであってよい、即ち、バス34の何らかのセグメントにデータを送信しまたはそこからデータを受信してもよい。

【0036】

各マクロサイクルの間、バス34上の特定のセグメント上でアクティブな機能ブロックの各々は、異なるが、正確にスケジュールされる（同期）時間で通常は実行され、そして別の正確にスケジュールされる時間では、適切なLASにより生成されたコンペル（compel）データコマンドに応答して、バス34のそのセグメント上でその出力データを発する。好ましくは、各機能ブロックは、その機能

ブロックの実行期間の終了後まもなくその出力データを発するようにスケジュールされる。さらに、様々な機能ブロックのデータ発行時間は、バス34の特定のセグメント上の2つの機能ブロックが同時にデータを発しないようにシリアルにスケジュールされる。同期通信が生じていない間、各フィールド装置は、トークン駆動通信を用いて非同期的に警報データ、ビューデータなどを送信することが許可される。実行時間と各機能ブロックの実行を完了するのに必要な時間量が、機能ブロックが常駐している装置の管理情報ベース(MIB)内に記憶され、一方、上で述べたように、バス34のあるセグメント上の装置の各々にコンペルデータコマンドを送る時間が、そのセグメントに対するLAS装置のMIB内に記憶される。これらの時間は典型的にはオフセット時間として記憶される。なぜなら、機能ブロックが、バス34に接続された装置全てがわかっている「絶対リンクスケジュール開始時間」の始まりからのオフセットとしてデータを実行するかまたは送る予定の時間を特定するからである。

【0037】

したがって、各マクロサイクルの間に通信を実行するには、LAS、例えば、バスセグメント34bのLAS16は、リンクアクティブスケジュール内に記憶された送信時間のリストに従って、バスセグメント34b上の装置の各々にコンペルデータコマンドを送る。コンペルデータコマンドを受信すると、ある装置のある機能ブロックは、ある特定時間バス34上にその出力データを発する。機能ブロックの各々は典型的には、ブロックがコンペルデータコマンドを受け取るようにスケジュールされる少し前にその機能ブロックの実行が完了するようにスケジュールされているので、コンペルデータコマンドに応答して発せられたデータは、機能ブロックの最新の出力データであるべきである。しかしながら、機能ブロックがゆっくりと実行されていて、コンペルデータコマンドを受信するときに新たな出力をラッチしていないならば、機能ブロックは、機能ブロックの最後の実行の間に生成された出力データを発し、タイムスタンプを用いて、発せられたデータが古いデータであると示す。

【0038】

LASが、バス34の特定のセグメント上の機能ブロックの各々にコンペルデ

ータコマンドを送った後、そしてその機能ブロックが実行している間、LASは非同期通通信活動を行ってよい。非同期通信を実行するには、LASは、パストークンメッセージをある特定のフィールド装置に送る。フィールド装置がパストークンメッセージを受け取ると、そのフィールド装置はバス34（またはそのセグメント）に完全なアクセスを有し、警報メッセージ、傾向データ、オペレータ設定点変化などの非同期メッセージを、そのメッセージが終了するかまたは最大の割り当てられた「トークン保持時間」が満了になるまで送ることができる。その後、フィールド装置はバス34（特にその特定のセグメント）を解放し、LASは、べつの装置にパストークンメッセージを送る。このプロセスは、マクロサイクルの終わりまで、または同期通信を実行するためにLASがコンペルデータコマンドを送るようにスケジュールされるまで繰り返される。当然、メッセージ通信量と、バス34の特定のセグメントに結合された装置およびブロックの数に依って、各マクロサイクルの間にあらゆる装置がパストークンメッセージを受信してよいわけではない。

【0039】

フィールド装置は、各フィールド装置のスタックのフィールドバスアクセスサブレイヤにおいて規定された3つの仮想通信関係（VCR）のひとつを用いてバス34によってデータおよびメッセージを発するかまたはこれを送信することができる。クランアイント／サーバVCRは、バス34上の装置間でキューに入れられた、未スケジュールの、ユーザ起動の、1対1通信のために用いられる。このようなキューに入れられたメッセージは、前のメッセージに上書きすることなくそれらの優先順位に従って、送信用に提示された順序で送られ、受信される。このように、フィールド装置は、それがLASからパストークンメッセージを受け取って要求メッセージをバス34上の別の装置送るときに、クライアント／サーバVCRを用いてよい。要求者は「クライアント」と呼ばれ、要求を受け取る装置は「サーバ」と呼ばれる。サーバは、それがLASからパストークンメッセージを受け取るときに、応答を送る。クライアント／サーバVCRは、設定点変化、チューニングパラメータアクセスおよび変化、警報肯定応答、および装置アップロードおよびダウンロードのようなオペレータ起動の要求を実行するために

用いられる。

【0040】

報告配布 (report distribution) VCRは、キューに入れられた、未スケジュールの、ユーザ起動の1対多の通信のために用いられる。例えば、事象または傾向報告を有するフィールド装置がLASからパストークンを受け取ると、そのフィールド装置は、その装置の通信スタックのフィールドバスアクセスサブレイヤにおいて規定された「グループアドレス」にそのメッセージを送る。そのVCRを聴くように構成される装置は報告を受け取るであろう。報告配布VCRタイプは典型的には、オペレータコンソールに警報通知を送るのにフィールドバス装置により用いられる。

【0041】

発行者／加入者 (publisher/subscriber) VCRタイプは、バッファされた1対多通信のために用いられる。バッファされた通信は、データの最新のバージョンだけを記憶し、送る通信であり、従って、新たなデータが完全に前のデータに上書きされる。機能ブロック出力は、例えば、バッファされたデータを含む。「発行者」フィールド装置は、発行者装置がLASからまたは加入者装置からコンペルデータメッセージを受けとると、バス34上の全ての「加入者」フィールド装置に発行者／加入者VCRタイプを用いてメッセージを発するかまたはブロードキャストする。発行者／加入者関係は予め定められており、各フィールド装置の通信スタックのフィールドバスアクセスサブレイヤ内に規定され記憶される。

【0042】

確実にバス34上で正しい通信活動を行うには、各LASは、バス34のあるセグメントに接続されたフィールド装置全てに時間配布メッセージを周期的に送り、これにより、受信装置は、その局所的アプリケーション時間を互いと同期するように調節することが可能となる。これらの同期メッセージ間で、クロック時間は、それ自身の内部クロックに基づいて各装置内で独立して維持される。例えば、いつデータが生成されたかを示すために、クロックの同期により、フィールド装置がフィールドネットワーク中のデータにタイムスタンプを押すことが可能となる。

【0043】

さらに、各バスセグメント上の各LAS（および他のリンクマスタ装置）は、「生（live）リスト」を記憶するが、これは、バス34のそのセグメントに接続された装置全てのリストであり、即ち、パストークンメッセージに正しく応答する装置全てである。LASは継続的に、生リストに載っていないアドレスにプローブノードメッセージを周期的に送ることにより、バスセグメントに付加された新たな装置を連続的に認識する。事実、各LASは、生リスト内のフィールド装置全てにパストークンメッセージを送るサイクルを終了した後に、少なくともひとつのアドレスを探索する必要がある。フィールド装置が、探索されたアドレスに存在し、プローブ（probe）ノードメッセージを受け取るならば、装置はすぐにプローブ応答メッセージを戻す。プローブ応答メッセージを受け取ると、LASは、その装置を生リストに付加し、探索されたフィールド装置にノード活性化メッセージを送ることで確認を取る。フィールド装置は、そのフィールド装置はパストークンメッセージに正しく応答する限りは、生リスト上にあるままである。しかしながら、フィールド装置が3回連続して試みた後で、トークンを用いなければまたはすぐにトークンをLASに戻してしまう場合は、LASは、そのフィールド装置を生リストから除く。フィールド装置が生リストに付加されるかまたは生リストから除かれるとき、LASは、バス34の適切なセグメント上の全ての他のリンクマスタ装置に生リストの変更をブロードキャストし、これにより、各リンクマスタ装置は、生リストの現在のコピーを維持する。

【0044】

上で述べたように、フィールド装置とその機能ブロックとの間の通信相互接続はユーザにより決定され、例えば、ホスト12内に位置した構成アプリケーションを用いて、プロセス制御ネットワーク10内で実行される。しかしながら、構成された後、プロセスセネットワーク10は、動作し、例えばホスト12によってユーザとインターフェースするが、ユーザがバス34上の異なる装置間の物理的相互接続を見ることができるようユーザに表示される全体の構成概略図を記憶する、バス34に接続された装置のいずれか、バス34に接続された装置の各々内のブロック、バス34に接続された装置内の異なる機能ブロックにより実現

される制御ループ、またはバス34上の通信のタイミングなしで行われる。

【0045】

この非効率を克服するには、プロセス制御ネットワーク10の様々な図を示すひとつ以上の図形の概略図を生成してそれによりプロセス制御ネットワーク10の現在の構成を示すために本発明にしたがって図式ジェネレータが与えられる。特に、本発明にしたがった図式ジェネレータは、プロセス制御ネットワーク内の装置の物理的レイアウトを示す保守概略図と、プロセス制御ネットワーク10内の異なるプロセス制御ループを形成する相互接続を示す制御ループ概略図と、プロセス制御ネットワーク10のバス34上で生じる通信のタイミングまたは通信に関する他の情報を示すひとつ以上の通信概略図またはタイミング概略図とを与えて良い。本発明の図式ジェネレータにより、ユーザは様々なビューまたはさらなる多様性のための概略図の間で切り換えを行うことができる。当然、本発明の図式ジェネレータは、ホスト12または15、PCL13、コントローラ14などのひとつのようなバス34上のいずれかで接続されたリンクマスタ装置内に位置付けられたソフトウェア、ファームウェア、またはハードウェアで実行されてよく、ホスト12と関連する表示装置のようなバス34に接続された図形の表示装置上で概略図を生成するように構成されてもよい。

【0046】

上で注目したように、本発明にしたがった図式ジェネレータは、バス34に接続された装置とそれらの装置間の物理的相互接続とを示し識別する保守概略図を生成する。図式ジェネレータは、例えば、図3に示されるもののような保守概略図を生成する。図3は、図1のプロセス制御ネットワーク内の装置がバス34上で相互接続される方法を示す。本発明にしたがって生成された保守概略図は、例えば、装置に関する情報（装置タイプ、改定番号、製造者、ID番号など）を表示することにより装置の各々を識別してよい。同様に、所望であれば、装置は、特定の種類の装置として容易に認識可能な情報量の多い絵で示されて良い。所望であれば、保守概略図は、プロセス制御ネットワーク10内の装置の全体的間、またはバス34のひとつのセグメントに接続されたもののような装置の部分集合間の物理的相互接続を示してよい。

【0047】

図3に示されるもののような保守概略図を生成するために、図式ジェネレータは、バス34の各セグメント内で接続されたひとつ以上のリンクマスタ装置内で記憶された生リストを得るか読み、それらのセグメントに接続された装置を識別してもよく、その情報を用いてバス34上の装置の各々のアイデンティティ、タイプなどに関する装置特有情報を検索してもよい。このアイデンティティデータは、例えば、資源ブロックおよび／またはバス34上の装置の各々のトランスジューサブロック内で記憶されるか参照される。図式ジェネレータはこの情報を用いて保守概略図を作成し表示する。当然、図式ジェネレータは、標準的な通信フォーマットまたはメッセージを用いてバス34上の装置各々と通信し、装置内に記憶された必要な情報を検索してもよいし、必要に応じてブリッジ装置（装置30、32のような）を介して通信を行っても良い。また、図式ジェネレータは、標準的な装置のための一連の画像を記憶してもよく、装置タイプ（トランスジューサブロック内に示されても良いし、または装置内の装置記述内で示されても良い）を識別するか認識すると、保守該略図を作成するのに用いられるその装置タイプのために画像を検索してもよい。

図式ジェネレータは、ユーザがウインドウタイプ表示環境内で装置をダブルクリックすることで表示された装置を選択するとき、ブロックの各々、および／またはプロセス制御ネットワーク10内で接続された装置のひとつまたはすべてと関連するオブジェクトの各々に関する情報を得て表示してもよい。ユーザが弁16、送信器（XMTR-101）20およびブリッジ30を開けるかまたは選択してそれらの装置の各々と関連するブロックを見ることを除いては、図4の保守該略図は図3と同じである。このように、図4の保守概略図で示されるように、弁16は資源（RSC）ブロックと、トランスジューサ（XDUCR）ブロックと、アナログ出力（AO）機能ブロック、2つのPID機能ブロック、および信号選択（SS）機能ブロックを含む多くの機能ブロックとを含む。送信器20は、資源ブロックと、2つのトランスジューサブロックと、2つのアナログ入力（AI）機能ブロックとを含み、一方、ブリッジ30は資源ブロックとPID機能ブロックとを含む。さらに、弁16、送信器20、およびブリッジ30が位置する

制御ループは、これらの機能ブロックの各々を、機能ブロックが接続されるループ番号の指標と結びつけることで識別される。このように、図4に示されるように、弁16のAO機能ブロックおよびPID機能ブロックのひとつと送信器20のAI機能ブロックのひとつとはLOOP1として示される制御ループ内で接続されるが、弁16のSS機能ブロック、送信器20のAI機能ブロックのうちの他方、およびブリッジ30のPID機能ブロックは、LOOP2として示される制御ループ内で接続される。弁16の他方のPID機能ブロックは、制御ループ内で接続されておらず、したがって（未割り当て）UNASSIGNEDループ指標として印をつけられる。

好ましくは、保守図式ジェネレータは、特定の装置に存在する未割り当ての機能ブロック全てのリスト、および／または、プロセス制御ネットワーク10またはそのバスセグメント内の装置すべてにおける未割り当ての機能ブロック全てのリストを、ユーザが要求すればそれを与える。このようなリストは、装置がプロセス制御ネットワーク内でもうすでに接続された状態で、ユーザが新たな制御機能を実行するのを支援するのに有利である。さらに、保守図式ジェネレータは、警報通知および事象通知ならびに傾向報告を生成する機能ブロックまたは装置と、その情報を受け取る機能ブロックとを識別する傾向および警報報告を作っても良い。傾向、警報、および事象通信の表示はデバッグ（debugging）制御システムの相互接続にとっては非常に有利である。なぜなら、傾向信号、警報信号、および事象信号の誤った指示は検出しにくいからである。

当然、装置のいずれか内の機能ブロックのアイデンティティおよび記述に関する情報は、標準的なフィールドバスメッセージ（または他のプロトコルを用いるシステムにおける他のメッセージ）を用いてその情報のために装置をポーリングすることにより得られてよい。この情報は、装置のVFDから利用可能であり、場合によっては、装置の装置記述（装置製造業者により各装置のために与えられたユーザインターフェースデータベース）から得られても良い。しかしながら、各機能ブロックがどの制御ループ内で接続されているか、警報データ、事象データ、および傾向データの宛先を識別する情報は、その装置ブロックの各々とその装置または他の装置のブロックとの間の入力および出力関係または入力および出

力接続を特定するための各装置内で記憶されたデータを解析することで確かめられる。これを以下に詳細に述べる。

一般に、図3、4の保守概略図は、プロセス制御ネットワークの物理的なレイアウト、プロセス制御ネットワーク内で接続された装置の数、種類、および識別、特定の装置内の機能ブロックおよびトランスデューサブロックの数および種類、装置の機能ブロックが用いられている制御ループと、プロセス制御ネットワーク内で接続された未使用のまたは未割り当ての機能ブロックとを、ユーザは簡単に早く決定することができる。また、図4の保守概略図を用いて、オペレータまたはエンジニアは、装置のうち特定のものの取除くか置き換えたときにプロセス制御ネットワーク10の制御ループのうちどれが停止されるかを早く決定してもよい。

本発明の図式ジェネレータは、プロセス制御ネットワーク10内の様々な機能ブロックの相互接続により形成されたひとつ以上の制御ループを示す制御ループ概略も生成する。このような制御ループ概略図は図5のかたちをとってもよい。図5は、弁16のAO機能ブロックおよびPID機能ブロックと送信器20（図4）のAI機能ブロックのひとつとにより形成された単一の制御ループ（LOOP 1）を示す。図5の制御ループ概略図は、これらの機能ブロックのプロセスおよび制御入力とプロセスおよび制御出力とを接続する線を用いてこれらの機能ブロック間の相互接続を示す。図5に示されるように、AI機能ブロックの出力はPID機能ブロックの入力に接続され、PID機能ブロックはAO機能ブロックの入力に接続された出力を有する。同様に、AO機能ブロックの出力はPID機能ブロックの制御入力に接続される。当然、制御ループ概略図において線により示される接続は、図5のAO機能ブロックおよびPID機能ブロックの場合と同様に機能ブロックが同じフィールド装置内にあるときにフィールド装置内で内的に行われても良いし、またはこれらの接続は標準的なフィールドバス通信を用いて2線式通信バス34によって実行されてよい。

図5に示されるように、制御ループ図式ジェネレータは、例えば、点線を用いて、制御ループ内の機能ブロックの各々が常駐する装置を示してよい。このように、図5のAI機能ブロックは、送信器—101（図3、4の送信器20）内に常

駐し、PID機能ブロックおよびAO機能ブロックは弁101（図3、4の弁16）内に常駐する。

さらに、図式ジェネレータは、制御ループに対して存在する接続性コンフリクト（connectivity conflict）を示してもよい。接続性コンフリクトが生じるのは、機能ブロックが、実行のために必ず接続されなければならない入力接続、出力接続、または制御接続を有するが、べつの機能ブロックとの対応する接続を有しないときである。接続性コンフリクトは、多数の矛盾する（対立する）機能ブロックがある特定の機能ブロックの入力、出力、または制御接続に接続され、それにより相矛盾する接続性状況を形成するときにも生じるかもしれない。図6の制御ループ概略図は、図5で示される制御ループのPID機能ブロックとAO機能ブロックとの間に存在する接続性コンフリクト（「X」で印をつけられた）を示す。当然、接続性コンフリクト（または潜在的な接続性コンフリクト）は、制御ループ概略図上で所望の態様で印をつけられても、表示されてもよい。

図5に示されるもののような制御ループ概略図は、制御構成においてバグ（bug）を捜し、制御ループがプロセス制御ネットワークにおいて実際に実行される方法を決定する際に有用である。さらに、所望であれば、図式ジェネレータは、例えば、ウインドウタイプの表示環境においてユーザがブロックをダブルクリックするようなやりかたでそのブロックを選択するときに、制御ループ概略図内の機能ブロックに関するブロックパラメータまたは他の情報を表示する。

本発明の図式ジェネレータは、ひとつ以上の通信概略図またはタイミング概略図も作成して、バス34上またはそのセグメント上で生じている通信量および通信のタイミングを示す。図7は、バスセグメント34b上の機能ブロックが各マクロサイクルの間に実行される時間と、バスセグメント34bと関連する各マクロサイクルの間に同期通信が行われる時間とを示すタイミング該略図である。図7タイミングスケジュールにおいては、時間は水平軸上に示され、弁16および送信器20（図4）の様々な機能ブロックと関連する活動は垂直軸上に示される。機能ブロックの各々が動作する制御ループが、図7で下付き文字で識別される。AIL00P1は、LOOP1として示される制御ループ内で接続された送信器2.0のAI機能ブロックを指し、PIDL00P1は、LOOP1として示される制御ル

ープ内で接続された弁16のPID機能ブロック64を指す。示される機能ブロックの各々のブロック実行期間は、網状の陰影をつけられたボックスにより示され、各スケジュールされた同期通信は、図7において垂直バーで識別される。

【0048】

このように、セグメント34b（図1）のいずれかの特定のマクロサイクルの間に、図7のタイミングスケジュールに従って、AILOOP1機能ブロックはまず、ボックス70により特定された時間期間に実行される。次いで、垂直バー72により示される時間期間において、AILOOP1の出力は、バスセグメント34bのLASからのコンペルデータコマンドに応答してバス34b上に発せられる。同様に、ボックス74、76、78、80、は、それぞれ機能ブロックPIDLOOP1、AILOOP2、AOLLOOP1、およびSSLOOP2、（異なるブロックの各々に対し異なる）の実行時間を示し、一方、垂直バー82、84、86、88は、それぞれPIDLOOP1、AILOOP2、AOLLOOP1、およびSSLOOP2がバスセグメント34b上にデータを発する時間を示す。図からわかるように、弁16の未割り当てのPID機能ブロックは、マクロサイクルの間に実行のためにはスケジュールされていない。

【0049】

明らかに、図7のタイミング図は、非同期通信活動に利用される時間も示しているが、この非同期通信活動は、機能ブロックのいずれかの実行時間の間と、機能ブロックが実行されていないマクロサイクルの終わりの時間の間と、同期通信がバスセグメント34b上で行われていない時に、おこなわれてよい。当然、所望であれば、異なる機能ブロックが、同じ時間で実行されるように意図的にスケジュールされることも可能であり、もし、例えば、ある機能ブロックにより生成されたデータに他の装置が加入して(subscribe)いないならば、機能ブロックすべてがバス上でデータを発する必要があるわけではない。所望であれば、ブロックの実行期間または発行期間と関連する実際の時間（たとえばオフセット時間）は、所望の方法でタイミング概略図上に表示可能である。同様に、あるマクロサイクルと関連する時間の全体量、非同期通信に利用可能な時間量、および／または同期通信のいずれかまたは全てと関連する時間の量は、タイミング概略図上

で所望の方法で示されてよい。

【0050】

図7のタイミング概略図は、各機能ブロックがバス34上により同期的に通信するようスケジュールされた時間およびオーダだけでなく様々な機能ブロックの実行時間およびシーケンスを見る際に有用であるが、タイミングコンフリクトを決定するためにも有用である。このタイミングコンフリクトは、ひとつ以上の機能ブロックが同時にバス34上でデータを発するようにスケジュールされたとき、ひとつ以上の機能ブロックが同時に実行されるとき、またはある機能ブロックのための実行時間の終了が同じ機能ブロックがバス34上でデータを発するようにスケジュールされた時間の開始よりも遅いとき生じるおそれがある。これらのコンフリクトは、2つの垂直バーのオーバーラップ（多数の機能ブロックが同時にまたはオーバーラップする時間に発するようにスケジュールされたとき）か、網状の陰影を付けられたボックスおよび垂直バーのオーバーラップ（あるブロックが、そのブロックまたは異なるブロックがバス34上で同期データを発するようにスケジュールされた時間において実行されるようにスケジュールされたとき）か、または互いに直上にまたは直下に一部分を有する（重なる）2つ以上の網状の陰影を付けられたボックス（2つの機能ブロックが同時に実行されるようにスケジュールされたとき）かによってタイミング該略図において示されてもよい。これらのタイミングコンフリクトは、ボックスおよびバーのオーバーラップする部分を強調表示したり、色づけしたり、印（点線で）をつけたり、所望の方法で示されてよい。当然、ユーザは、タイミング該略図を用いてタイミングコンフリクトを検出し、それからプロセス制御ネットワークの制御方式を変更して検出されたタイミングコンフリクトを除いてもよい。

【0051】

本発明の図式ジェネレータは、バス34全体上でまたはバス34の特定のセグメント上で生じる通信を示す通信概略図を生成してもよい。このような通信概略図を用いることで、オペレータまたはエンジニアはバス34のどのセグメントがあまり利用されていないかまたは利用されすぎているかを確かめることができ、したがって、バス34上で通信に混乱をきたすことなくまたはバス34内でデー

タ流れのボトルネックを引き起こすことなく、新たな装置がどのバスセグメントに有利に接続できるかを確かめることができる。このような通信概略図が図1のプロセス制御ネットワークのために図8に示され、プロセス制御ネットワーク10と関連する装置とバスセグメントとの間の物理的相互接続を示す。バスセグメント34a、34b、34cの各々ごとに、通信概略図は、そのセグメント上の未使用の帯域幅(BW)の指標を提供する。この帯域幅は、各マクロサイクルの間に非同期通信に現在利用可能な時間の量、各マクロサイクルの間における同期通信時間の非同期通信時間に対する比、各マクロサイクルの間にブロックが実行されていない時間の量、またはバス34上の各セグメント上で生じている通信の「忙しさ」または種類および量を含んでよい。この帯域幅情報は、プロセス制御ネットワーク内で装置の「調子」または忙しさおよびバスセグメントを観察することを含め、バス34に新たな装置を付加する際またはバス上の動作状況を決定する際に有用である。

【0052】

通信概略図により、ユーザは、例えば、装置がLASケイパブルであるかどうか、ある装置と現在関連する再試行の数(即ちメッセージが受け取られたという指示を受け取る前に装置がメッセージを送らなければならなかった回数)、その装置の無効メッセージカウント、および/または装置のバックログ、これら全ては装置内に記憶され、データ問い合わせを通じて装置から容易に回復されてよい。当然、他のパラメータは、通信概略図内の装置のひとつをユーザが選択したことに応答して表示されてよい。

【0053】

さらに、図式ジェネレータは、保守概略図、制御ループ概略図、タイミング概略図、または通信概略図から、所望の方法でまたは便宜的に他の概略図のいずれかに移行してもよい。このように、例えば、保守概略図(図3、4)におけるループ指標のうちのひとつを選択(例えばダブルクリックして)することで、図式ジェネレータは選択されたループ指標のために制御ループ概略図を自動的に作成してよい。同様に、保守概略図(図3、4)内かまたは通信概略図(図8)内のバスセグメント指標を選択しすることで、図式ジェネレータはそのバスセグメン

トのためのタイミング概略図を表示してよい。または、制御ループ概略図（図5）内の装置名を選択することで、図式ジェネレータは、その装置を示す保守概略図を表示してよい。

【0054】

図9Aおよび図9Bを参照して、上で説明した保守概略図、制御ループ概略図、タイミング概略図、および／または通信概略図のひとつ以上を作成することが可能な図式ジェネレータ100により行われるステップが詳細に示される。図式ジェネレータ100は好ましくはソフトウェアで実行されるが、それは所望のごとくハードウェア、ファームウェアなどで実行されてもよい。ソフトウェアで実行されるならば、図式ジェネレータは、磁気ディスク、レーザディスク、また他の記憶媒体上のようなコンピュータ読取り可能なメモリ内で、コンピュータのRAMまたはROM内などで記憶されてよい。同様に、このソフトウェアは、電話回線、インターネットなどのような通信チャネルによってを含め、所望の方法を用いてユーザに送られてもよい。

【0055】

一般的に言って、図式ジェネレータ100は、プロセス制御ネットワーク内で接続された装置の各々に問い合わせを行い、これらの装置から連係データを検索し、要求されたデータを受け取ると、連係データを解析して、図3-8のような保守概略図、制御ループ概略図、タイミング概略図、および／または通信概略図を作成する。連係データは、プロセス制御ネットワーク内で装置が相互接続されて動作するように構成された方法を示す、装置内（またはプロセス制御ネットワーク内のいずれかの別の連係データベース内に）記憶されたデータであってよい。連係データは、例えば、装置およびブロック識別情報、記述データ、機能ブロック実行回数およびスケジュールされた機能ブロック通信時間、装置およびブロック通信接続、警報、傾向、および事象報告宛先を示すデータと、プロセス制御ネットワーク内の装置の各々内に記憶されるかまたはそれと関連する他の情報とを含む。図式ジェネレータ100はここでは、公知のフィールドバスプロトコルコマンドを用いてフィールドバス装置からの情報を検索するように示されるが、図式ジェネレータ100は、プロセス制御ネットワークを含む所望の通ネット

ワークと関連する他の通信プロトコルと関連する他のコマンドを用いて、通信ネットワーク内で個々の装置から所望のアイデンティティ、記述、構成、およびタイミング情報を、その情報が通信ネットワーク内の装置（または他のデータベース）内に記憶される方法に依存して、異なるやり方で検索してもよい。

【0056】

図式ジェネレータ100が始動されると、ブロック102（図9A）は、ある装置がバス34に接続されるアドレスまたはバス34に接続された装置のなんらかの他の指標（タグのような）を識別する。所望であれば、ブロック102はバス34上のアドレスの各々に順次問い合わせ、装置全てが接続されるアドレスを決定する。または代替的には、ブロック102は、プロセス制御ネットワーク10のリンクマスタ装置内に記憶されたひとつ以上の生リストを用いて、装置がバス34に接続されたアドレスを決定してもよい。ブロック102がある装置がバス34に接続されているということを示すアドレスまたは他の識別子を識別すると、ブロック104はその装置に問い合わせ、装置ID、装置改定番号、装置タグなどのようなその装置のアイデンティティに関する情報を検索する。フィールドバス装置においては、装置識別情報は、資源ブロックと装置のひとつ以上のトランスデューサブロックから利用できる。さらに、ブロック104は、当該技術で公知の装置記述サービスを用いてのような公知の方法で各装置内に記憶された装置記述情報から装置識別情報を検索してもよい。ブロック104は、このデータを受け取った後に、検索された装置アイデンティティデータを記憶する。

【0057】

次に、ブロック106は、その装置と関連するブロックオブジェクト（例えば機能ブロックおよびトランスデューサブロック）、警報オブジェクト、傾向オブジェクトなどの数および種類のような、その装置の内部コンポーネントに関する情報を検索して記憶する。この情報はVFD内で利用可能であり、そこから検索されてよい。その後、ブロック108は、その装置に問い合わせ、装置内のオブジェクトまたはブロック（機能ブロックのような）各々とその装置内の他の機能ブロックとの間の相互接続に関する情報と、その装置内のオブジェクトまたはブロックの各々と他の装置との間の相互接続に関する情報とを検索し記憶する。

。この相互接続情報または通信関係データは、装置内のデータ構造内に記憶され、特に、公知の方法で、フィールドバス装置内で各装置のリンクオブジェクト、VFDおよびMIBにおいて記憶される。特に、機能ブロックリンクオブジェクトは、個々のオブジェクトまたはオブジェクトパラメータにアクセスし、これを分配または交換するのに用いられるVCRを（例えばアドレス指定することで）指定する。この方法で、機能ブロックリンクオブジェクトは、機能ブロックの入力パラメータと同じまたは異なる装置内の別の機能ブロックの出力パラメータとの間の関連性と、他の装置に送られるべき警報通知および傾向情報報告とを規定する。公知であるが、各装置アイデンティティのVCRはある通信を受け取るように指定されたアドレスを識別する。VCRにより指定されたアドレスは、装置の内部（即ちその装置のべつのリンクオブジェクト）にあっても、その装置の外部にあってもよく、その場合、VCRは、異なる装置内のVCRを識別する。リンクオブジェクトおよびVCRがフィールドバス装置内で記憶され実行される方法は当業者には公知であるので、これらのオブジェクトおよびVCRはここではそれ以上説明されない。しかしながら、所望であれば、関係データがフィールドバス装置内に記憶されそこから検索される方法に関する完全な情報は、通信技術仕様およびユーザ層技術仕様で詳細に説明される。

【0058】

次に、ブロック109は、装置内の機能ブロックの各々の実行のためのスケジュールされた開始時間に関する情報（装置のMIB内に記憶された）と各機能ブロックが実行されるのにかかる時間量に関する情報（装置のVFD内に記憶された）を検索し、記憶する。さらに、装置がLASであれば、ブロック109は、LASがバス34上の様々な装置にコンペルデータコマンドを発するようにスケジュールされた時間と、コンペルデータコマンドに応答して各装置がバス34（またはそのセグメント）を制御する時間の長さとを示すデータを受け取り記憶する。このタイミング情報は、LAS装置のMIB内に記憶され、そこから検索されてもよい。

【0059】

理解されるように、ブロック102、104、106、108、109は、フ

ィールドバスプロセス制御ネットワークにおいて標準的なメッセージを用いてバス34上の装置に問合せ、装置および機能ブロックアイデンティティ、構成およびタイミング情報を決定するのに必要な情報を得る。当然、ある特定の装置または機能ブロックと関連する情報は、単に要求を作成して要求への応答を受け取ることによってアクセスされてよい。他の情報は一連の要求および応答を解析することによって得られ、所望の情報に直接アクセスするよりもむしろその所望の情報の位置を与える指標を要求することによって得られてよい。このように、例えば、ブロック108はリンクオブジェクト内の情報、VCRおよび／またはある装置のひとつ以上の機能ブロックと関連する他の通信識別子にアクセスして、ある装置および他の装置内の機能ブロック間に存在する通信接続を識別するのに必要な関係データ全てを検索する。いづれの事象においても、機能ブロック情報または他の関係データに関する問い合わせ活動は、様々なバス規格または構造により用いられる記述および指標付け方式により変動可能である。

【0060】

ブロック110で、バス34の最後のアドレスまたは生リスト上の最後の装置がまだ問合せをされていないならば、制御はブロック102に戻され、ここで、別のアドレスまたは装置を識別する。そうでなければ、ブロック110はブロック112に制御を与える。ブロック102がバス34に接続された装置全てに問合せするように構成されているが、その代わりに、バス34のある特定のセグメントまたはあるセグメントの一部上の装置のようなそれら装置の部分集合に問合せしてもよい。

【0061】

ブロック112は、検索された関係データを解析して、プロセス制御ネットワーク10内の機能ブロックの各々間の入力および出力接続または関係を決定する。場合によっては、機能ブロック間の関係は、例えば、上流の機能ブロックの出力指定を下流の機能ブロックの入力指定と突き合わせることで直接決定される。しかしながら、場合によっては、関係データの解析は、機能ブロック間の関係を再度作成するのに必要である。例えば、ブロック112は、各ブロックパラメータ（ブロック出力のような）ごとのリンクオブジェクトをVCRアドレスにマッ

プし、そのVCRアドレスでデータを用いて異なる装置のどのVCRが出力データを受け取り第2のVCRと関連する内部リンクオブジェクトを識別して受け取る機能ブロックを識別し、それにより、第1の装置内の機能ブロック出力を異なる装置内の機能ブロック入力に接続する。

【0062】

当然、ブロック112は、体系的にブロック102-109の動作の間に得られた情報を解析して、プロセス制御ネットワーク10（またはそのブロック）内の機能ブロック全ての間の接続をマップし、関連の警報オブジェクト、事象オブジェクト、傾向オブジェクトを有する各機能ブロックのための警報、事象、および傾向のあて先を決定する。例えば、ブロック112は、プロセスの出力機能ブロックを解析し、出力機能ブロックの入力接続に対し接続する上流側のブロックを決定し（VCRなどリンクオブジェクトを用いて）、プロセス制御ネットワーク最終の入力ブロックに対しさらに上流に進行することで接続性の解析を開始してもよい。この手続きの間のいつでも、ブロック112は、様々な機能ブロックの入力および出力パラメータ接続を解析して、これらの機能ブロックの名前、装置番号、識別子、タグ、アドレス、VCR、または他のパラメータを決定して、それにより異なる機能ブロック間の接続および、概略図において将来の表示のための接続を決定することができる。さらに、必要であれば、多数の装置のVCRが比較されて装置間の相互接続を決定し、装置／機能ブロックのどれがデータの発行者であるかと装置／機能ブロックのどれがデータの加入者であるか決定してよい。これらの発行者／加入者関係は、警報および傾向情報を含む他の接続性情報に加えて、プロセス制御ネットワーク10内のブロックまたは他のオブジェクトの全てまたはなんらかの部分の入力および出力間の相互接続すべてを決定するのに用いられる。

【0063】

この接続性解析の間またはその終わりに、ブロック112は機能ブロックの部分集合を決定することによりプロセス制御ネットワーク10内に存在する様々な制御ループを識別し、印をつける。ここでは、ある部分集合の機能ブロックすべては同じ部分集合の少なくともひとつの他の機能ブロックに接続され、あるサブ

セット内の機能ブロックのどれも異なるサブセットの機能ブロックに接続されていない。これらの部分集合各々は異なる制御ループに対応し、一意の識別子でブロック112により標識をつけられてよい。その後、ブロック112は、他の機能ブロック（ひとつの機能ブロックの各部分集合）に接続されていない機能ブロックを識別し、これらの機能ブロックが実行されるようにスケジュールされていなかったら、これらの機能ブロックを未割り当て機能ブロックとして識別する。当然、ブロック112は、制御ループ識別、未割り当て機能ブロック、および所望の方法でメモリ内の機能ブロックの各々間の相互接続を含め、接続性情報を全て記憶する。

【0064】

さらに、ブロック112は検索されたタイミング情報を用いて、タイミング概略図（図7）により表示されるべきバス34の各セグメントごとに機能ブロック実行スケジュールおよび同期通信スケジュールを作成する。また、ブロック112は、検索されたタイミング情報からバス34の各セグメントごとに所望の帯域幅測定値を計算し、これらの計算値を将来的に用いるために記憶する。

【0065】

次に、ブロック114は、例えば、接続性コンフリクトおよびタイミングコンフリクトを含め、プロセス制御ネットワーク内に存在するコンフリクト状況の様々なタイプを検出する。接続性コンフリクトは、他の機能ブロックに接続されていない、各識別された制御ループの各機能ブロック内の入力接続、出力接続、または制御接続を捜すかまたは単一の機能ブロック入力に接続されている多数の入力接続、出力接続、および制御接続を捜し、そして、例えば、各装置内で与えられたまたは様々な種類の機能ブロックのための受け入れ可能な接続構成を含む記憶されたリスト内で与えられた情報を用いてこのような接続が許容されるかどうか決定することで、検出されてよい。同様に、タイミングコンフリクトは、各マクロサイクルの各ブロック実行期間および同期データ通信期間の開始時間と終了時間とを確かめ、これらの時間がオーバーラップするかどうか、即ち、他の前のブロック実行期間または同期通信期間の終了時間の前にブロック実行期間または同期通信期間のいずれかの開始時間が始まるかどうか、または他の後のブロッ

ク実行期間または同期通信期間の終了時間後にブロック実行期間または同期通信期間のいずれかの終了時間が生じるかどうか決定することで決定されてよい。ブロック114は、将来用いられるためにメモリ内に、検出された接続性コンフリクトおよび／またはタイミングコンフリクトを記憶する。

【0066】

次に、ブロック116（図9B）は、ユーザ入力に基づいてどの種類の概略図をユーザが見たいかを決定する。ユーザが保守概略図を見たいならば、ブロック118は、異なる装置がバス34上で接続される方法に関する記憶された情報を用いて保守概略図を構成し、陰極線管（CRT）、プリンタ、LEDまたは他のフラットパネル表示装置などのような所望の表示メカニズムによりこの概略図を表示する。ブロック120は、ユーザが表示された装置のいずれかを選択するかどうかまたは警報報告または傾向報告が必要であるかどうか決定し、もしそうならば、図4の弁16、送信器20およびブリッジ30に示されるとおり、各機能ブロックが接続されるループの指標と共にその装置内のブロックを表示し、および／またはブロックまたは装置と関連する警報報告または傾向報告を与える。

【0067】

次に、ブロック126は、ユーザが制御ループ概略図、タイミング概略図、または通信概略図を見たいかどうか決定し、もしそうであれば、ブロック130、132または134のひとつに制御を与える。そうでなければ、制御はブロック120に戻る。

【0068】

ユーザが制御ループ概略図を見たくて、例えば、ブロック116である特定の制御ループを指定するか、またはブロック126で保守概略図において制御ループ指標を選択するかでそのことを示すならば、ブロック130は、指定された制御ループのために、図3で示されたもののような制御ループ概略図を作成する。この機能を実行するには、ブロック130は、ブロック112により生じさせられ、ブロック112により記憶された接続性情報にアクセスし、これを用いる。制御ループ概略図を作成する間、ブロック130は、ブロック114により識別された接続性コンフリクトまたは潜在性接続性コンフリクトの指標を表示する。

その後、ブロック136は、機能ブロックまたは機能ブロックが位置している装置のパラメータのような機能ブロックに関する情報をユーザが見たいかどうか決定し、もしそうならば、その情報を表示するが、これはブロック106により得られ、記憶されたものである。ブロック138は、ユーザが保守概略図、タイミング概略図、または通信概略図をみたいかどうか決定し、もしそうならば、ブロック118、132または134のひとつに制御を与える。そうでなければ、制御はブロック136に戻る。

【0069】

ユーザが図7のようなタイミング概略図を見たくて、例えば、ブロック116で、あるタイミング概略図が必要なある特定のバスセグメントを指定するか、またはブロック126で保守概略図においてあるバスセグメントを選択することによりそのことを示すならば、ブロック132は、ブロック109により装置(LASを含む)から集められブロック112により解析されたタイミング情報を用いて、選択されたバスセグメントのためのタイミング概略図を作成する。ブロック132は、ブロック114により識別されたタイミングコンフリクトの指標も表示する。その後、ブロック140は、ユーザが保守概略図、制御ループ概略図、または通信概略図を見たいかどうか決定し、もしそうならば、ブロック118、130、134それぞれのひとつに制御を与える。そうでなければ、制御はブロック140に戻る。

【0070】

ユーザが図8のような通信概略図を見たくて、それをブロック116でまたはブロック126、138、もしくは140で示すならば、ブロック134は、ブロック102、104で得られた装置レイアウト情報と、ブロック112により決定された帯域幅情報とを用いて通信概略図を作成し表示する。その後、ブロック142は、ユーザがメッセージバックログ、再試行などのような機能ブロックまたは装置のいずれかに関する統計的装置通信情報を見たいかどうか決定し、もしそうならば、標準的なメッセージプロトコルを用いてこのデータのために適切な装置をポーリングする。ブロック142はついでこの情報を表示する。所望であれば、ブロック142は、メッセージバックログおよび再試行情報のような統

計的装置通信情報の多くのサンプルをとってよく、「最悪」番号、平均番号などを表示してもよい。ブロック144は、ユーザが保守概略図、制御ループ概略図、またはタイミング概略図を見たいかどうか決定し、もしそうであれば、ブロック118、130、または132のひとつに制御を与える。そうでなければ、制御はブロック142に戻る。

【0071】

本発明の図式ジェネレータは、ドキュメンテーションが利用可能でなければ、レイアウト概略図、制御ループ概略図およびタイミング概略図を生成するのに非常に有用で、有利である。さらに、本発明の図式ジェネレータは、接続性が既存のドキュメンテーションからわかっているときにプロセスループのデバッグをするのに用いられて良い。

【0072】

図式ジェネレータ100はここでは、接続性パラメータおよびタイミングパラメータを決定する前に、そしてこの情報から概略図を作成する前に所望の情報の全てのために装置全てをポーリングするものとして示されるが、図式ジェネレータ100は、ここで説明される概略図の所望のひとつを作成し、そしてその所望の概略図だけを作成するのに必要な概略図だけを作成するのに必要な情報だけのために装置をポーリングする。また、図式ジェネレータ100は、全ての情報が集められたあとではなく、情報のためにそれらの装置をポーリングしている時間において装置間の相互接続を決定することができる。さらに、図式ジェネレータ100はここでは、プロセス情報、装置情報、制御機能識別情報、構成情報、およびタイミング情報を示すために特定の図形表示を作成するものとして説明されたが、本発明にしたがった図式ジェネレータは、他の種類の表示を用いて同じまたは他のプロセス他のプロセス、装置および制御機能識別、構成、およびタイミング情報を示してよい。同様に、図式ジェネレータ100はフィールドバスプロトコルを用いてプロセス制御ネットワークで用いられるものとして説明されが、他の通信規格および／または構成規格もしくはプロトコルを用いる（既存のもので将来開発されるものでも）プロセス制御ネットワークのような通信ネットワークにおいて実行可能である（この規格またはプロトコルがプロセス内で分散

された位置で行われるべき制御機能を与えるかまたは許容するかぎりは)。また、図式ジェネレータ100は、フィールドバスプロトコルを用いるプロセス制御ネットワーク内で実行されるものとして説明され、したがってフィールドバス「機能ブロック」を用いてプロセス制御機能を実行するが、本発明の図式ジェネレータは、フィールドバスが「機能ブロック」として定義するものを用いるネットワークで用いられるものに限定されないが、他の種類の装置またはソフトウェアを用いてプロセス制御機能を実行する他のネットワーク（PROFIBUSネットワークのような）内で実行可能であってもよい。

【0073】

本発明は、具体例を参照して説明されたが、これらは、あくまでも例示的であり、本発明を限定するものではないが、本発明の精神および範囲を逸脱することなく、開示された実施例に、変更、追加、およびまたは消去を加えてよいことは当業者には明らかである。

【図面の簡単な説明】

【図1】

フィールドバスプロトコルを用いるプロセス制御ネットワークの一例の概略的なブロック図である。

【図2】

関連の機能ブロックを有する3つのフィールドバス装置の概略的なブロック図である。

【図3】

図1のプロセス制御ネットワークのための本発明にしたがって生成された保守概略図である。

【図4】

図1のプロセス制御ネットワークのために本発明にしたがって生じた拡大された保守概略図である。

【図5】

図1のプロセス制御ネットワーク内の制御ループのために本発明にしたがって生じさせられた制御ループ概略図である。

【図6】

図1のプロセス制御ネットワーク内の制御ループ内の接続性コンフリクトを示す、本発明にしたがって生じさせられた制御ループ概略図である。

【図7】

図1のプロセス制御ネットワークのバスのあるセグメントのために本発明にしたがって生じさせられたタイミング概略図である。

【図8】

図1のプロセス制御ネットワークのために本発明にしたがって生じさせられた通信概略図である。

【図9A】

本発明の図式ジェネレータのある実施例の動作を示すフローチャートを含む図である。

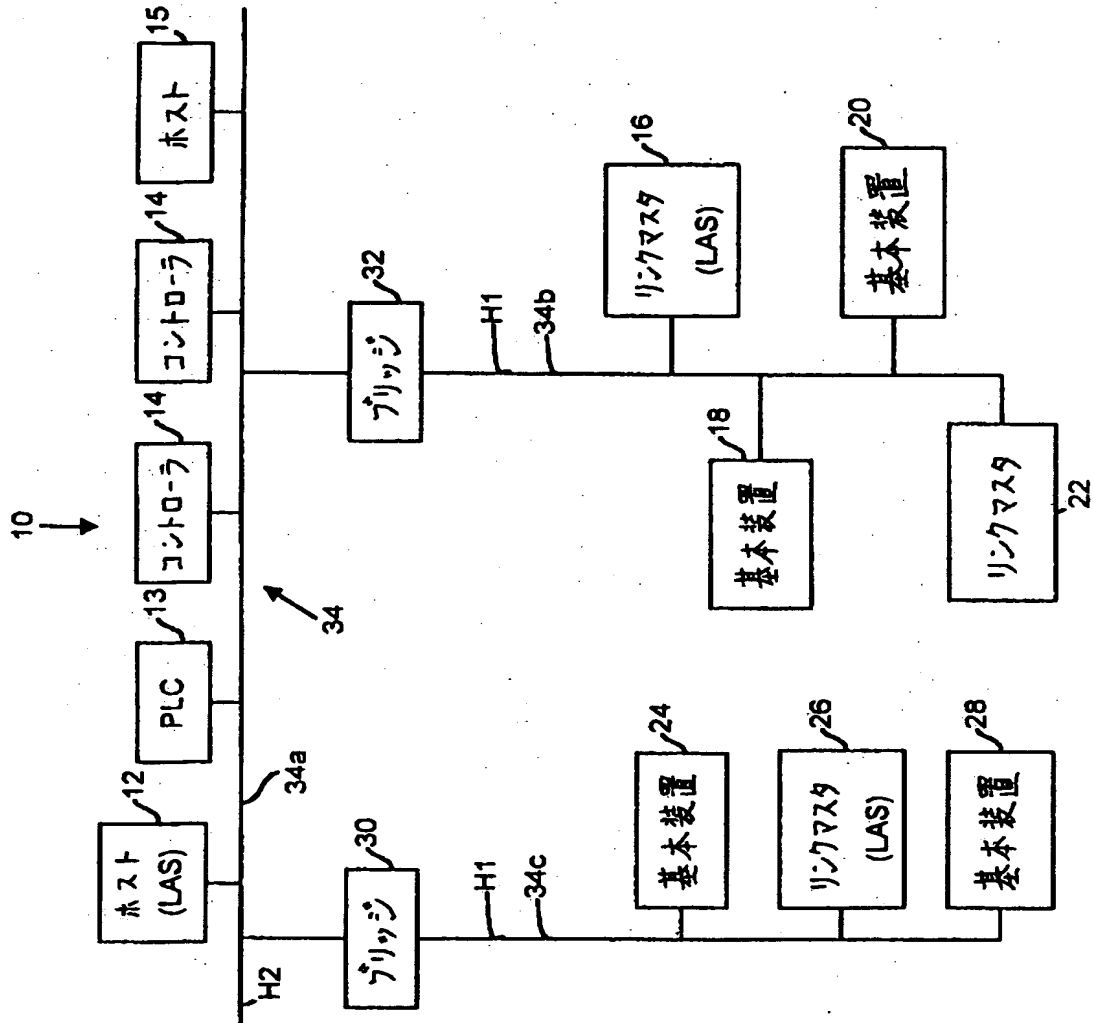
【図9B】

本発明の図式ジェネレータのある実施例の動作を示すフローチャートを含む図である。

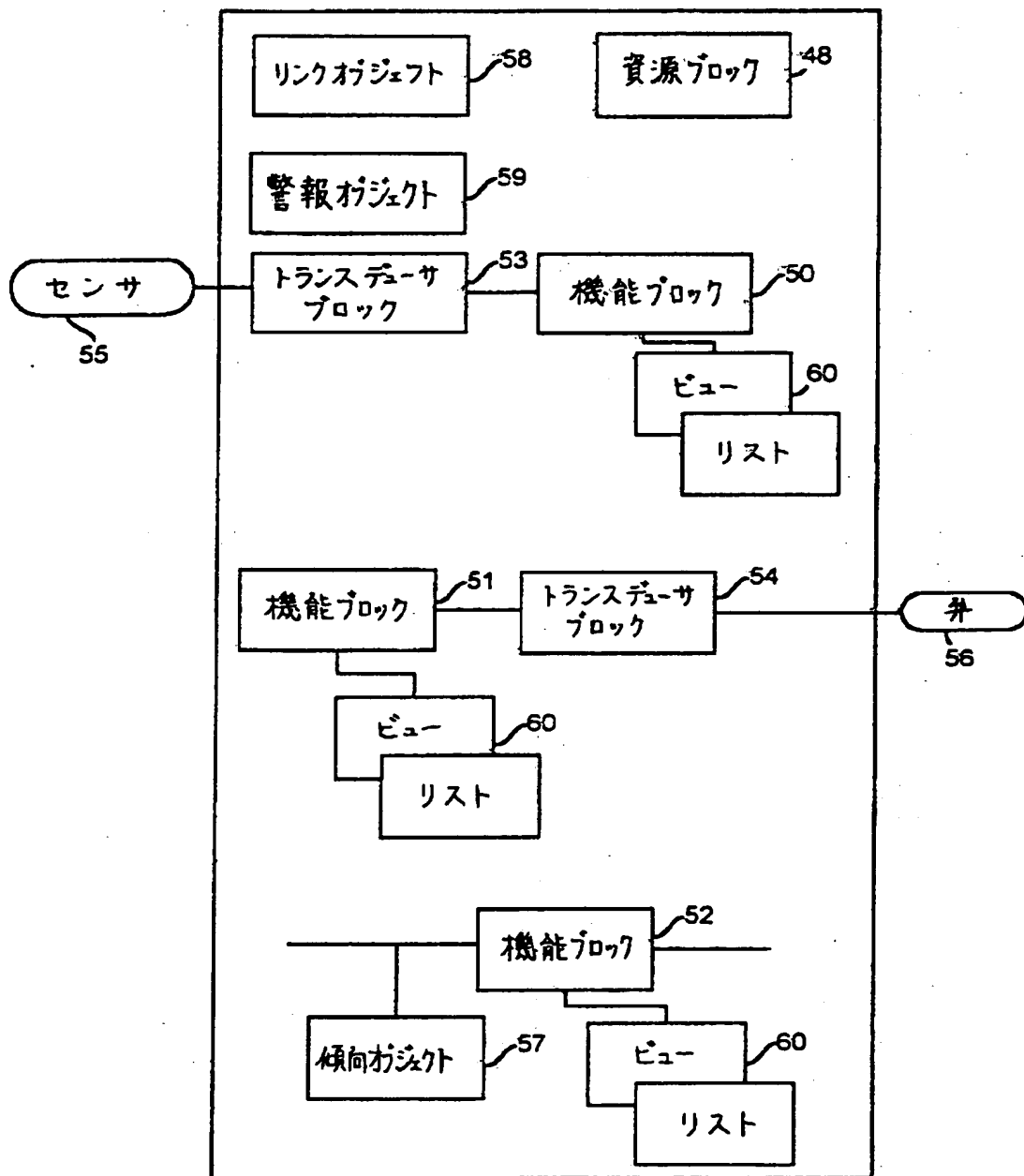
【符号の説明】

- 10 プロセス制御ネットワーク
- 34 バス
- 16、18、20、24、26、28 装置
- 34a、34b、34c バスセグメント
- 50、51、52 機能ブロック

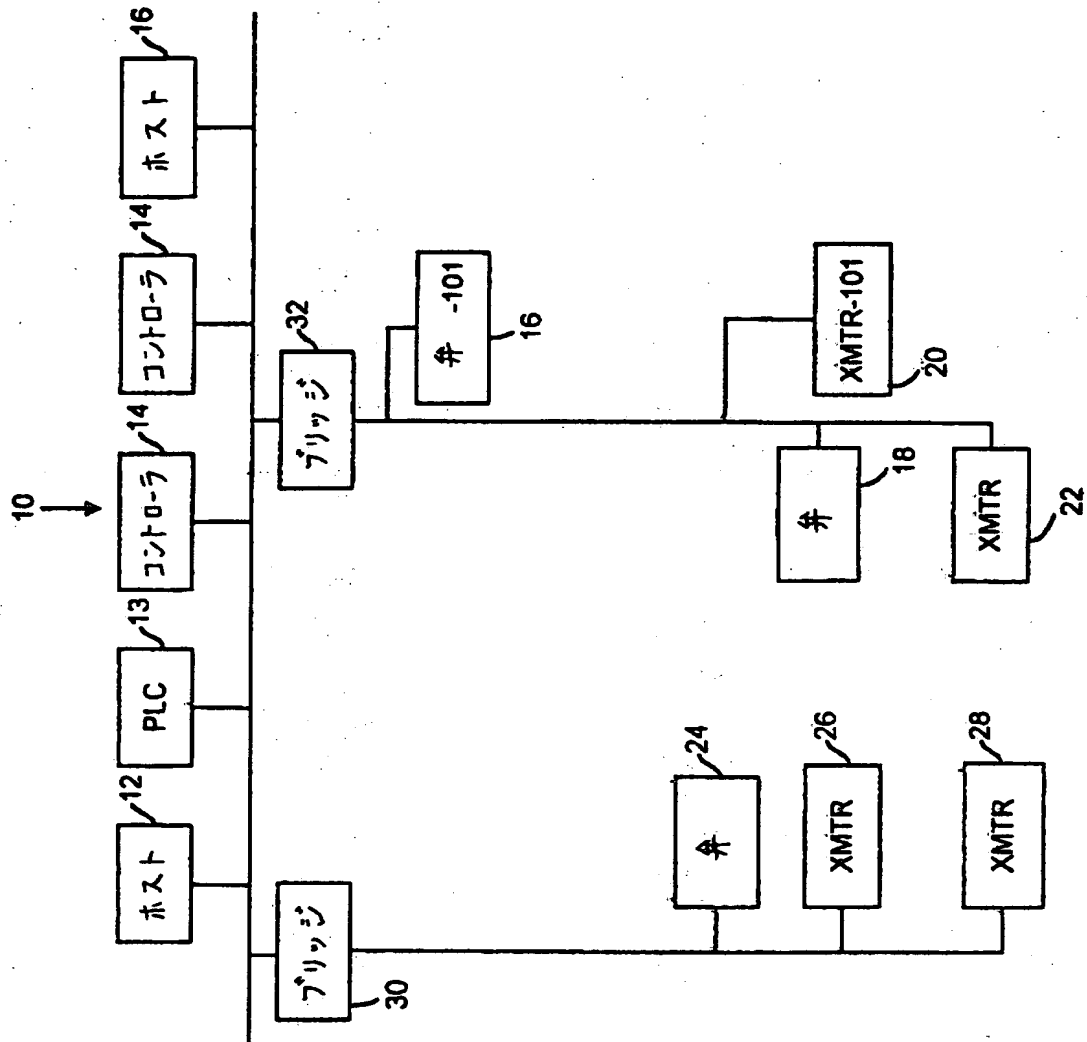
【図1】



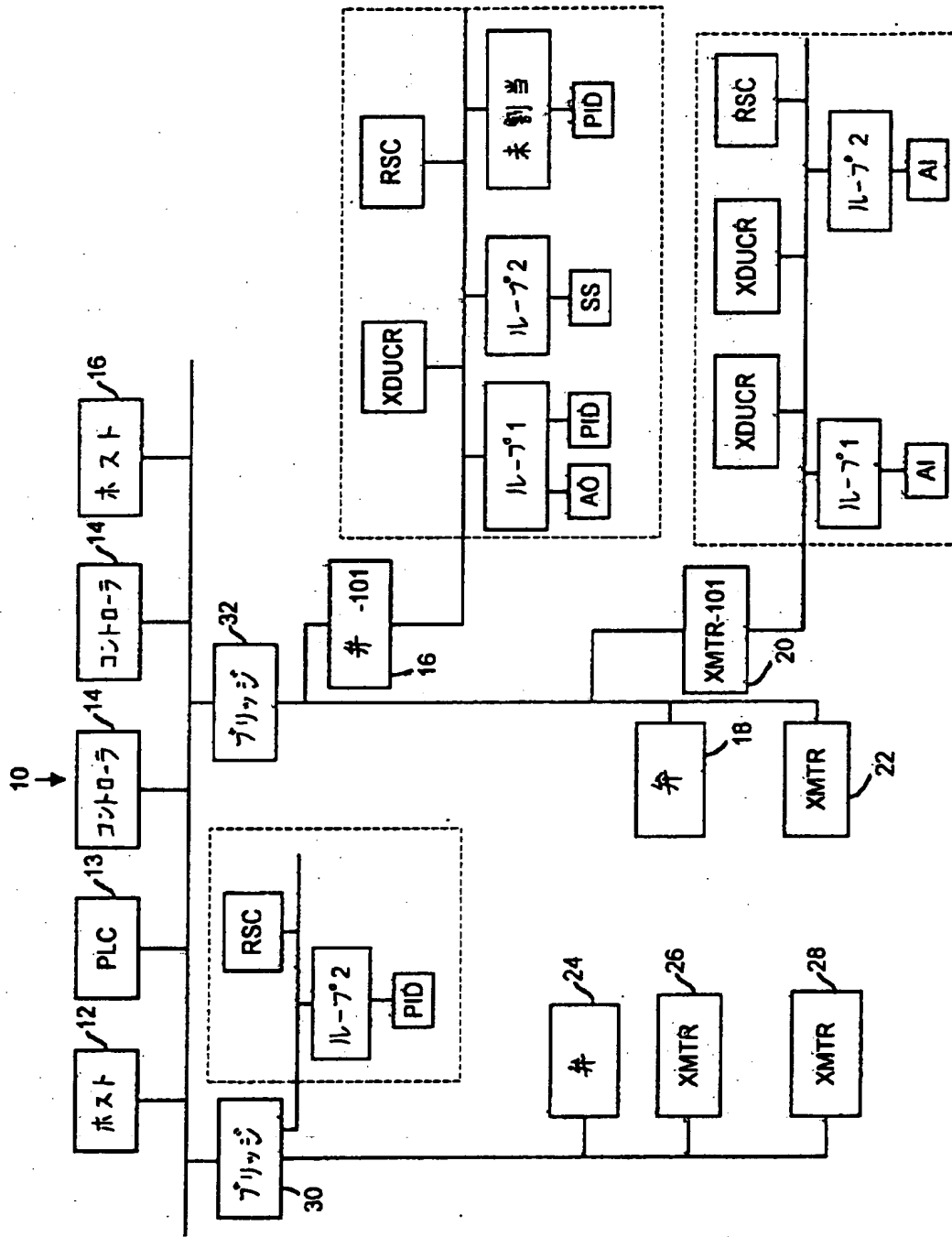
【図2】



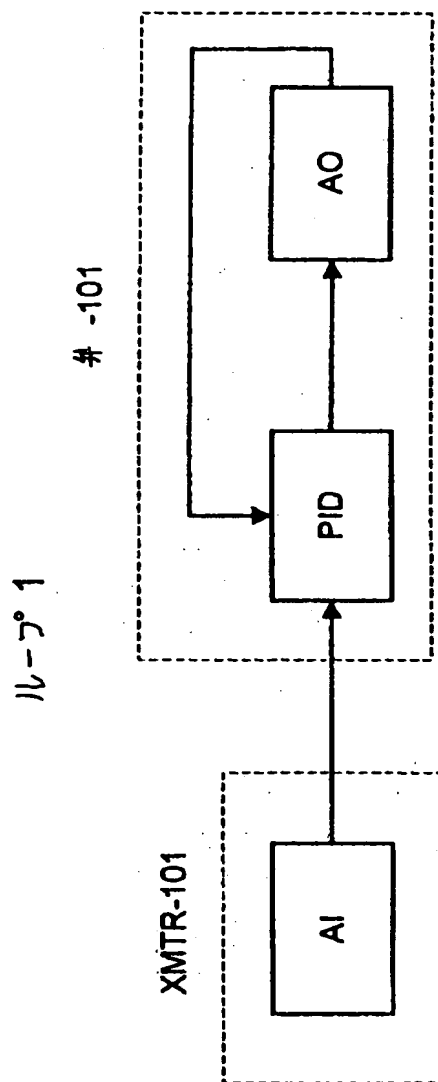
【図3】



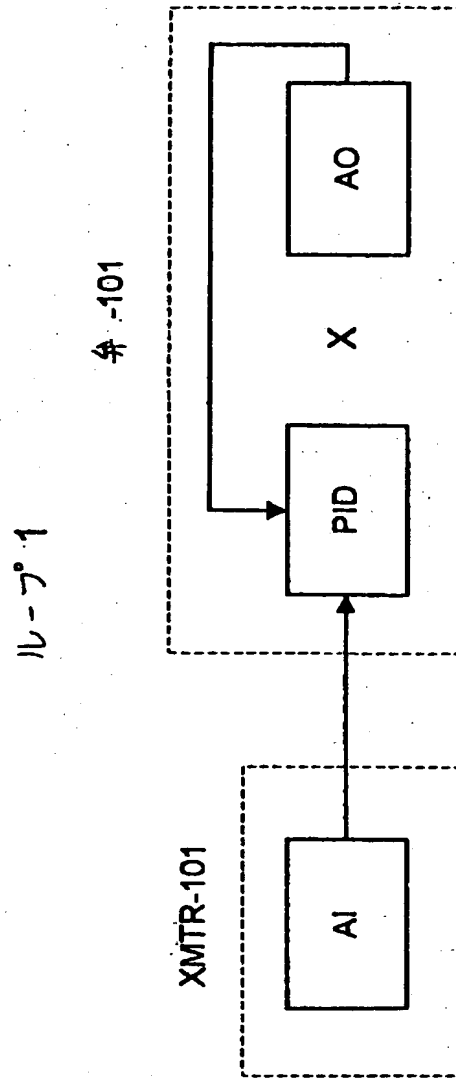
【図4】



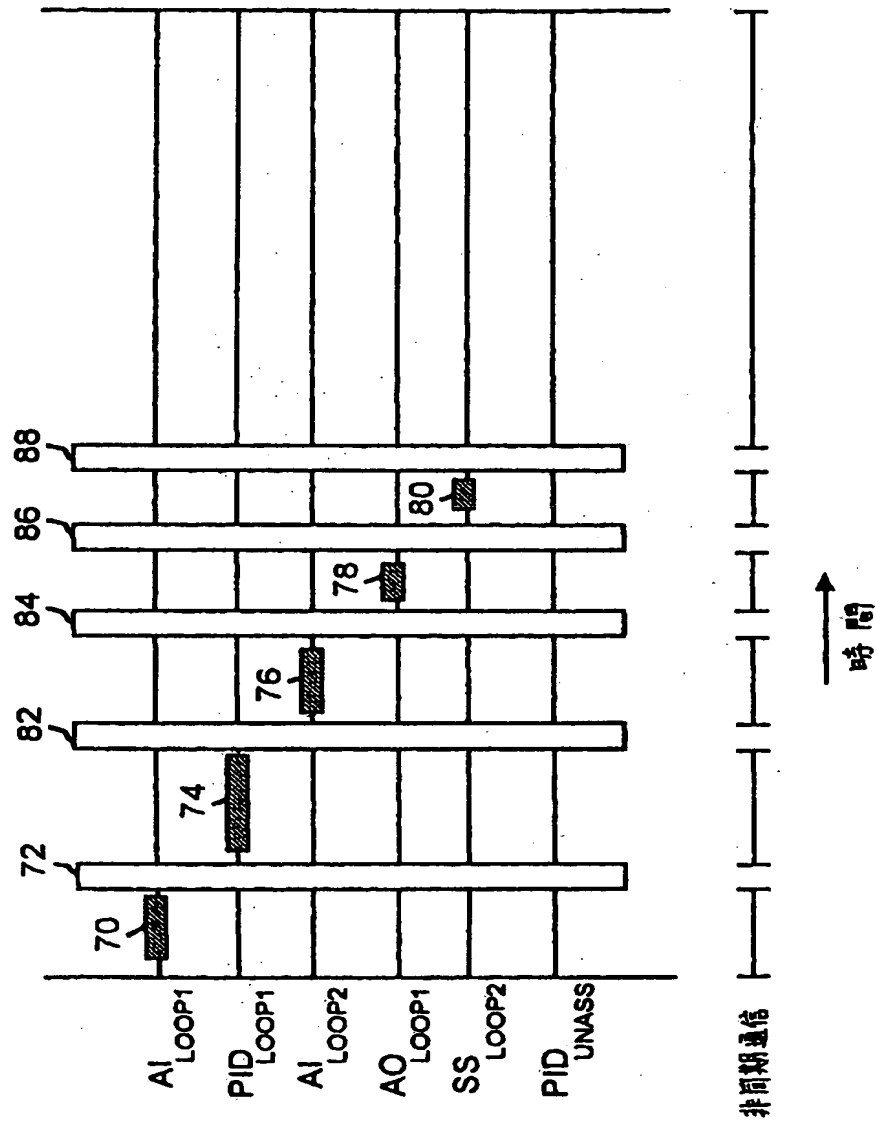
【図5】



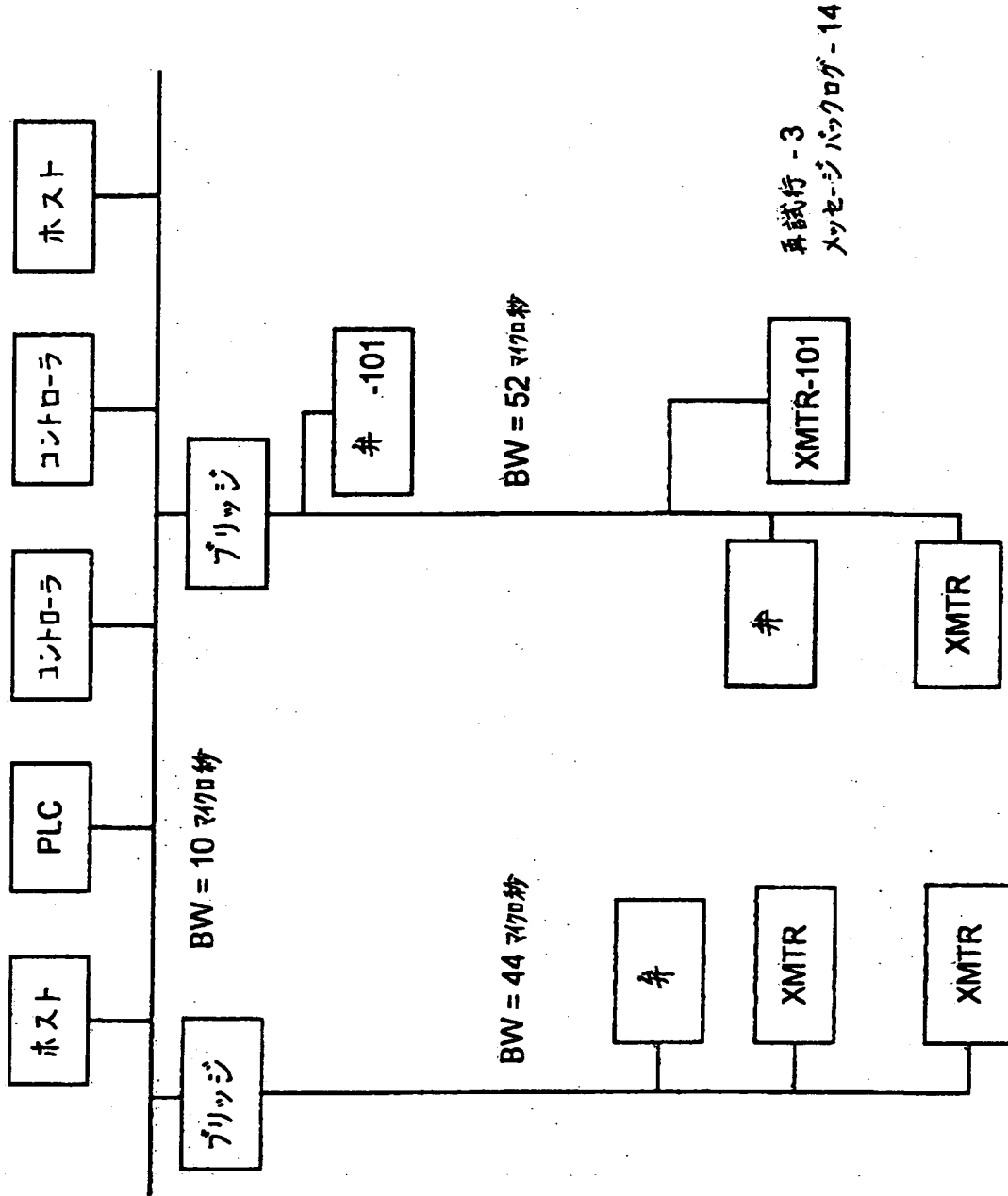
【図6】



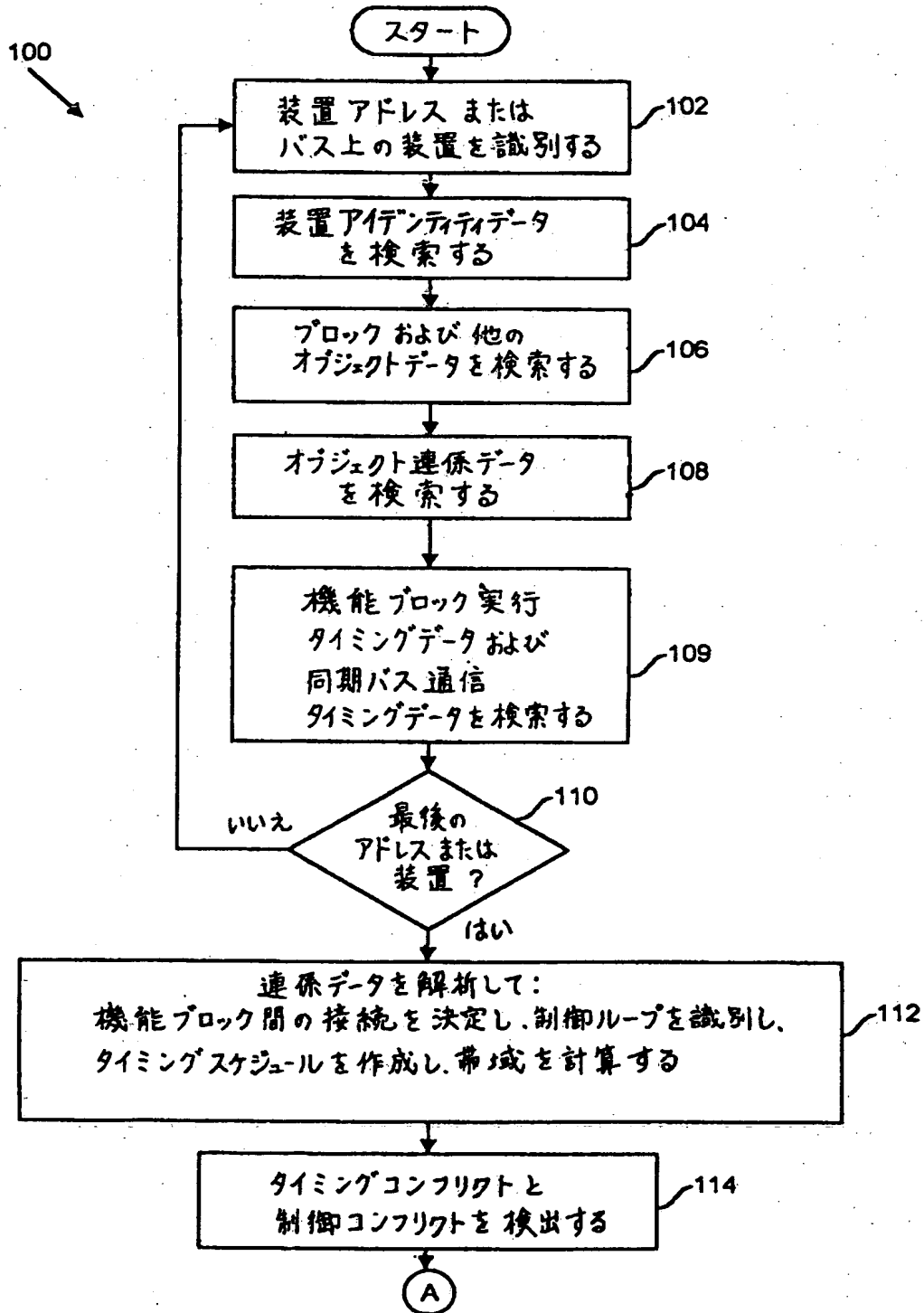
【図 7】



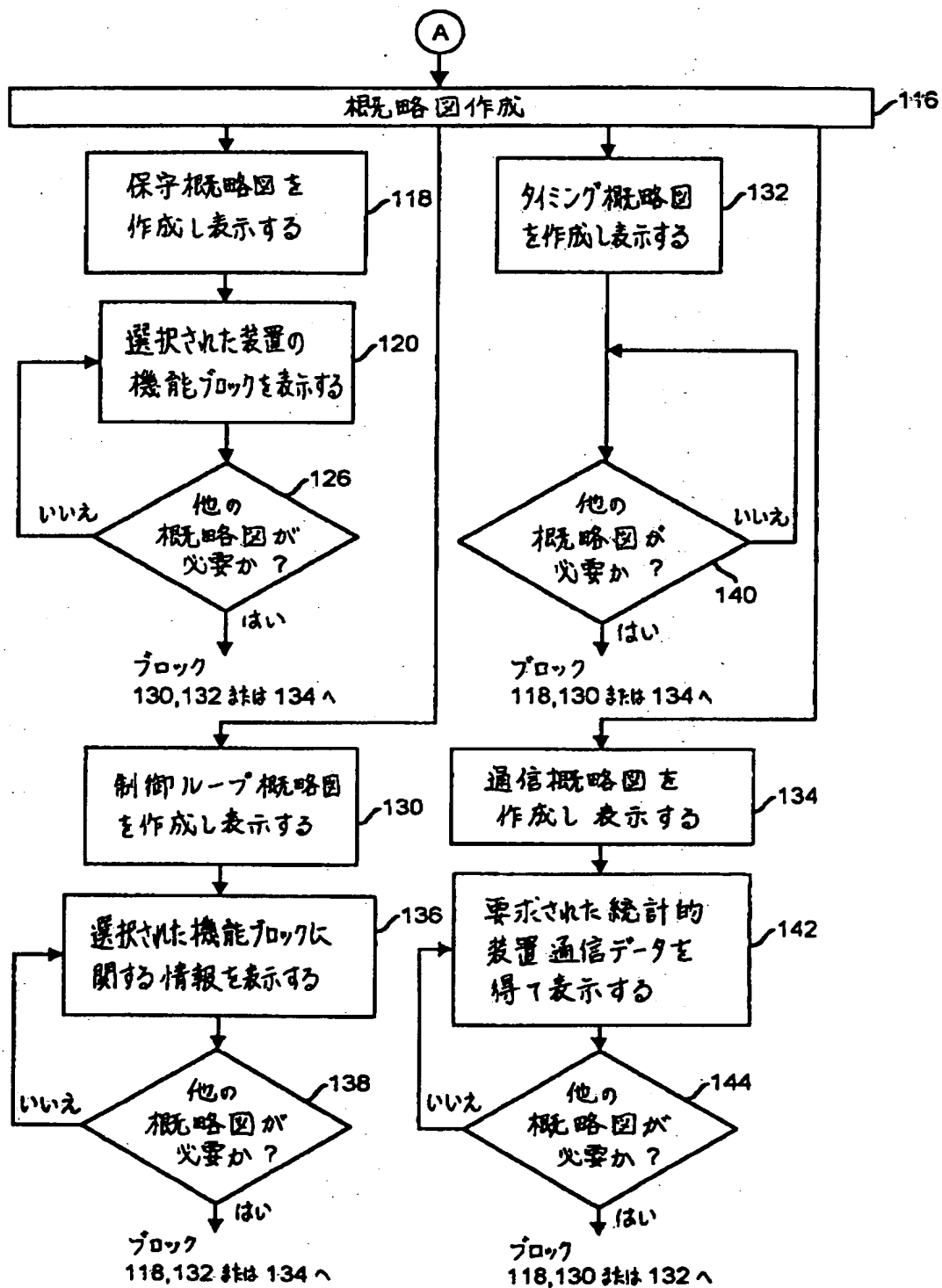
【図8】



【図9A】



【図9B】



【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No. PCT/US 98/22311	
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 6 G05B19/042 G05B19/418	
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC	
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 6 G05B	
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched	
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)	
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT	
Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages
	Relevant to claim No.
A	WO 96 07957 A (SQUARE D CO) 14 March 1996 see the whole document
A	DE 42 10 376 A (MAZDA MOTOR) 1 October 1992 see the whole document
A	EP 0 718 727 A (ALLEN BRADLEY CO) 26 June 1996 see the whole document
A	US 5 216 619 A (DUNBAR M. ET AL.) 1 June 1993 see the whole document
A	DE 196 15 389 A (STEINECKER MASCHF ANTON) 23 October 1997 see the whole document
-/-	
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C. <input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.	
Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "Z" document member of the same patent family	
Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
4 February 1999	10/02/1999
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.O. 5818 Patentplan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Hauser, L

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.
PCT/US 98/22311

C. (Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	FR 2 713 360 A (AEROSPATIALE) 9 June 1995. see the whole document	1-30

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No.

PCT/US 98/22311

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 9607957	A	14-03-1996	US 5611059 A	11-03-1997
			CA 2197876 A	14-03-1996
			EP 0777870 A	11-06-1997
			JP 10505179 T	19-05-1998
			US 5706455 A	06-01-1998
			US 5675756 A	07-10-1997
DE 4210376	A	01-10-1992	JP 4303255 A	27-10-1992
			KR 9613360 B	04-10-1996
			US 5841657 A	24-11-1998
EP 0718727	A	26-06-1996	US 5530643 A	25-06-1996
			JP 8286716 A	01-11-1996
US 5216619	A	01-06-1993	NONE	
DE 19615389	A	23-10-1997	WO 9740431 A	30-10-1997
			EP 0894296 A	03-02-1999
FR 2713360	A	09-06-1995	NONE	

フロントページの続き

(81)指定国 EP(AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AP(GH, GM, KE, LS, MW, SD, SZ, UG, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CU, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, GB, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, UA, UG, UZ, VN, YU, ZW

(72)発明者 ブラウン, ラリー ケイ.

アメリカ合衆国 50158 アイオワ マー
シャルタウン イースト サウスリッジ
ロード 211

Fターム(参考) 5B046 BA10 DA02 DA04 FA05 JA07
5H004 GA40 GB01 KA80 LA15 MA48
MA49 MA51 MA52
5H220 AA01 BB17 CC09 CX09 EE10
HH01 HH04 JJ06 JJ12 JJ15
JJ29 JJ38 JJ53

【要約の続き】

概略図を作成する。